STORIA NATURALE,

GENERALE, E PARTICOLARE

. Per servire di continuazione

ALLA TEORIA DELLA TERRA

e d'introduzione

ALLA STORIA DE' MINERALI

DEL SIG. CONTE

DE BUFFON

INTENDENTE DEL GIARDINO DEL RE, DELL'ACCADEMIA FRANCESE, E DI QUELLA DELLE SCIENZE, ec.

SUPPLEMENTO, TOMO II.

N A P O L I

MDCCLXXXII.

PRESSO I FRATELLI RAIMONDI

CON LICENZA DE' SUPERIORI, E PRIVILEGIO.

STORIA NATURALE,

GENERALE, E PARTICOLARE

Per servire di continuazione

ALLA TEORIA DELLA TERRA

e d'introduzione

ALLA STORIA DE' MINERALI

DEL SIG. CONTE

DE BUFFON

INTENDENTE DEL GIARDINO DEL RE, DELL'ACCADEMIA FRANCESE, E DI QUELLA DELLE SCIENZE, ec.

SUPPLEMENTO, TOMO II.

N A P O L I

MDCCLXXXII.

PRESSO I FRATELLI RAIMONDI

CON LICENZA DE' SUPERIORI, E PRIVILEGIO.

INDICE

Di ciò che si contiene in questo Volume.

VII.

Fine dell'Indice.

STORIA NATURALE.

INTRODUZIONE ALLA STORIA DE' MINERALI.

PARTE ESPERIMENTALE.

MEMORIA TERZA.

Osservazioni sulla natura dell' Oro bianco (*).

SI è veduto poc'anzi che, fralle sostanze da me esaminate, non già le più dense, ma bensì le meno fusibili richiedono maggior tempo per ricevere, e perdere il calore; e che il ferro, e lo smeriglio, che

(*) Sostanza metallica ultimamente scoperta in America.

ſono le materie metalliche più difficili a fonderſi, ſi ſcaldano eziandio, e ſi raffreddano più lentamente dell'altre. L'oro bianco è il ſolo nella Natura che potrebbe più agevolmente eſſere penetrato dal calore, e inſieme conſervarlo più a lungo del ferro. Queſto metallo, di cui non è molto che ſe ne diſcorre, pare il più difficile a fonderſi; perciocchè il fuoco de' migliori fornelli non è violento quanto baſti a produrre queſt' effetto, anzi neppur vale ad unirne i piccoli grani, i quali tutti ſono angolari, ottuſi, duri, e nella forma ſomiglianti aſſai ad una groſſa limatura di ferro, di colore però un pò giallognolo. E quantunque queſti ſi poſſano, ſenza l'aggiunta di altro fondente, render liquidi, e ridurre in maſſa mediante il fuoco d'un buono ſpecchio uſtorio; non è perciò, che l'oro bianco non eſigga maggior calore della miniera, e limatura di ferro, le quali, ai fornelli delle noſtre fucine agevolmente liquefacciamo. Dall'altra parte, eſſendo l'oro bianco molto più denſo del ferro; le due qualità di denſità, e di reſiſtenza alla fuſione s' uniſcono in queſta materia, e rendonla men di tutte l'altre acceſſibile ai progreſſi del calore. Mi perſuado dunque, che l'oro bianco occuperebbe il primo luogo della mia Tavola, e poſto ſarebbeſi prima del ferro, ſe aveſſi potuto ſperimentarlo, ma non m'è ſtato poſſibile il procacciarmene un globo del diametro d' un pollice, perchè non ritrovaſi

che

che in grani (1), e sì ancora perchè quello ch'è in massa non è pura, essendovisi, affine di fonderlo, aggiunte altre materie, che ne hanno alterata la natura. Uno de' miei amici (2), uomo di molto spirito, che ha la bontà di spesso prender parte nelle mie idee mi diede l' occasione di fare alcune ricerche su questa sostanza metallica per anco rara, e non ben conosciuta. I Chimici, che han lavorato dietro dell' oro bianco, lo risguardarono come un metallo nuovo, perfetto, di suo genere, particolare, e diverso da tutti gli altri, e dippiù ci assicurarono che il suo peso sia a un di presso eguale a quello dell' oro: dal quale per altro questo ottavo metallo essenzialmente differiva dal non avere l' istessa duttilità, nè la stessa fusibilità. Io confesso d' essere d' opinione di ersa, anzi del tutto opposta; poichè una materia, cui manchi la duttilità, e la fusibilità, non vuole essere posta nel ruolo de' metalli, le pro-

 prie-

(1) Un uomo degno di fede mi ha assicurato però che si ritrova alcune volte l' oro bianco in massa, del quale egli stesso ne aveva un pezzo di venti libbre non mai stato fuso, ma cavato dalla miniera medesima.

(2) Il Sig. Conte de la Billarderie d'Angivillers dell' Accademia delle Scienze, Intendente *in sopravvivenza* del Giardino e Gabinetto del Re.

prietà essenziali e comuni dei quali sono appunto l'essere fusibili, e duttili; nè l'oro bianco, dopo l'esame ch' io ho potuto farne mi è sembrato essere un nuovo metallo, differente da tutti gli altri, ma un miscuglio, un composto di ferro, e d'oro formato dalla Natura, nel quale la quantità dell' oro parmi superare quella del ferro: ecco i fatti su i quali credo di poter appoggiare questa opinione.

Di otto once, e trentacinque grani d'oro bianco somministratomi dal Sig. d' Angivillers ch' io ho avvicinato ad una forte pietra di calamita, non ne rimase che un' oncia, una dramma, e ventinove grani; essendosi la calamita portato via tutto il resto all' incirca di due dramme; le quali si sono ridotte in polvere, che attaccata ai fogli di carta, gli ha profondamente anneriti, come dirò in appresso. Se dunque presso a sei settimi del totale vennero attratti dalla calamita, questa quantità tanto considerevole, relativamente al tutto, ci obbliga a credere che il ferro entri nell' intima sostanza dell' oro bianco; anzichè v' entri in buondato. V' ha di più; ed è, che se io annojato non mi fossi di queste sperienze, le quali durarono parecchi giorni, avrei fatto attrarre dalla calamita una gran parte ancora di quanto rimaneva delle otto once; perciocchè, quando si ritirò la calamita, osservavasi ch' essa ne andava distaccando ancor qualche grano ad uno ad uno, e qualche volta fin a due. Evvi

vi dunque nell' oro bianco molto ferro, nè con esso si ritrova semplicemente mescolato come materia estranea, ma unito intimamente fino a formar parte della sua sostanza; o se ciò negar si voglia, bisognerà supporre che nella Natura esista un' altra materia, sulla quale, siccome sul ferro, operi la calamita; la quale supposizione gratuita verrà distrutta dagli altri fatti ch' io sono per riferire.

Tutto l' oro bianco ch' io ho avuto occasione di esaminare, mi parve frammischiato di due materie differenti; una nera, e molto amica della calamita; l' altra in più grossi grani d' un bianco livido un pò gialliccio, e molto meno magnetica della prima; tra queste due materie, che sono gli estremi di questa specie di misto, vi si ritrovano tutte le gradazioni intermedie tanto riguardo al magnetismo, quanto riguardo al colore, ed alla grossezza de' grani. I più magnetici che nel tempo stesso sono i più neri, e i piccioli, facilmente si riducono in polvere con uno sfregamento assai leggiero, e tingono la carta bianca d' un colore medesimo, che il piombo strofinato. Di fatti i sette fogli di carta, di cui ci siamo successivamente serviti a presentare l' oro bianco all' azione della calamita s' annerirono in tutta l' estensione occupata dal medesimo, gli ultimi meno dei primi a misura ch' essa si andava separando, e che i grani che rimanevano erano men neri, e meno magnetici. I grani più grossi, che sono i più coloriti, e men magnetici, invece

di ridursi in polvere come i piccoli grani neri, sono all' opposto durissimi, e resistono a qualunque triturazione; intanto però si scorgono suscettibili di maggior distensione, se ponganfi in un mortajo d'agata (3) sotto i colpi replicati d'un pistello della stessa materia. Con tal mezzo io ne ho appiattiti ed allungati molti grani fino al doppio, e al triplo dell' estensione della loro superficie; ciocchè dimostra esservi nell' oro bianco un certo grado di malleabilità, e duttilità, mentre la porzione nera non sembri esser nè duttile, nè malleabile. I grani intermedj partecipano delle qualità de' due estremi; sono crudi, e duri, si rompono, o più difficilmente si distendono sotto i colpi del pistello, e somministrano un poco di polvere nera sì, ma molto meno della prima.

Avendo raccolta questa polvere nera, e i grani più magnetici, che la calamita aveva in sulle prime attratti, riconobbi che il tutto era vero ferro, in uno stato però differente dell' ordinario. Imperocchè, se il ferro si riduce in polvere, o in limatura, si carica di umidità, e facilmente irruginisce; ed a misura che vien preso dalla ruggine, perde di qualità magnetica, la quale svanisce asso-

(3) *Nota*. Non ho voluto distenderli sull' acciajo per paura di comunicar loro più magnetismo di quello che hanno naturalmente.

assolutamente quando è interamente , ed intimamente irruginito ; laddove questa polvere di ferro , o per dir meglio , questa sabbia ferrugigna che ritrovasi nell' oro bianco , per quanto rimanga esposta all' umido , non è soggetta alla ruggine : essa è inoltre men fusibile , e men assai solubile del ferro ordinario , locchè ugualmente succede al ferro , il quale ordinariamente non varia , se non per una maggior purezza . E realmente questa sabbia altro non è che ferro assolutamente spogliato da tutte le parti combustibili , saline , e terrestri che scorgonsi nel ferro ordinario , e nello stesso acciajo ; se non che questa vestita sembra , e ricoperta d' una vernice vitrea , che la difende da qualunque alterazione . Degnissimo poi di considerazione si è , che questa sabbia di ferro puro non si ottiene soltanto dalla miniera d' oro bianco ad esclusione delle altre , avendone io ritrovato , benchè sempre in poca quantità in molti luoghi , ove si erano scavate le miniere del ferro , che si lavora nelle mie ferriere . Siccome però io son avvezzo a replicatamente sperimentare tutte le miniere , che faccio tagliare prima di passare a servirmene in grande all' uso de' miei fornelli , restai non poco sopraffatto in vedere che alcune di queste miniere (che sono tutte in grani , nissuna delle quali è attratta dalla calamita) contenevano nondimeno alcune particelle di ferro ritondette , e lucenti come la limatura di ferro , e pochissimo diverse dalla sabbia ferrugi-

gna dell' oro bianco ; tutte similmente magnetiche, poco fusibili , e difficilmente solubili. Tale fu il risultato del paragone ch' io ho fatto della sabbia dell' oro bianco , e di questo trovato in due delle mie miniere di ferro all' altezza di tre piedi , ed in terreni facilmente penetrabili dall' acqua . E poichè io non potevo concepire senza stento donde potessero derivare queste particelle di ferro ; come esse avessero potuto conservarsi dalla ruggine dopo essere state per qualche secolo esposte all' umido della terra , e finalmente come questò ferro, magnetico quanto mai , potesse aver avuto origine nelle vene di miniere niente affatto magnetiche ; mi rivolsi all' esperienza , e coll' ajuto della medesima mi sono su questo punto schiarito quanto bastava per rimanerne soddisfatto . Sapevo già da un gran numero d' osservazioni che nissuna delle nostre miniere di ferro in grani può essere attratta dalla calamita : era altresì persuaso, come anche presentemente il sono, che tutte le miniere di ferro magnetiche hanno acquistata questa proprietà dall' azione del fuoco; che le miniere del Settentrione, le quali tanto posseggono di questa forza magnetica, che per rintracciarle bisogna servirsi della bussola , riconoscono anch' esse la loro origine dall' elemento del fuoco : laddove tutte le nostre miniere in grani, che non sono affatto magnetiche, non han sofferta giammai l' azione del fuoco , e non sono state formate che col mezzo, o coll' interponimento dell'

ac-

acqua. Io credei adunque che questa sabbia ferrugigna, e magnetica, che trovavo in piccola quantità nelle mie miniere di ferro, dovesse la sua origine al fuoco; nella quale idea io mi sono confermato dopo averne esaminato il sito. Il terreno in cui trovasi questa sabbia magnetica è un bosco, nel quale fino da' tempi più rimoti v'erano, ed anche presentemente vi si fanno le fornaci di carbone: sito in cui probabilmente saranno successi incendj considerevoli. Il carbone, e la legna bruciata in gran quantità producono la scoria di ferro, la quale racchiude la parte più fissa del ferro contenuto ne' vegetabili; e questo ferro fisso egli è appunto quello che forma la sabbia sopraccennata, qualora la scoria, per l'azione dell'aria, del Sole, e delle pioggie, venga a scomporsi; imperocchè allora le particelle di ferro puro niente soggette alla ruggine, o a qualsivoglia altra specie d'alterazione, si lasciano dall' acqua trasportare, e con essa s' insinuano nella terra alla profondità di qualche piede. Quanto ho qui detto si potrà verificare pistando la scoria di ferro ben abbruciata; poichè vi si troverà sempre per entro una piccola quantità di ferro puro, la quale essendo stata ritrosa all' azione del fuoco, resiste ugualmente a quella de' discioglienti, e non si lascia prendere dalla ruggine (4).

 Do-

(4) Ho osservato nel Gabinetto di Storia Na-

Dopo d' essermi su questo punto soddisfatto, e d' aver insieme paragonato la sabbia cavata dalle mie miniere di ferro, e dalla scoria del medesimo con quella dell'oro bianco e paragonate a segno di non poter dubitare della loro identità; e fatta riflessione al peso specifico dell'oro bianco, non vi volle gran

---

Naturale, alcune sabbie ferruginose della stessa specie di quella delle mie miniere, le quali mi sono state mandate da diversi luoghi, e sono egualmente magnetiche. Se ne trovano a Quimper in Brettagna, nella Danimarca, nella Siberia, a San Domingo; ed avendole messe tutte al confronto, ho veduto che la sabbia ferrugigna di Quimper rassomigliava più alla mia, dalla quale non era diversa, che nel peso specifico alquanto maggiore. Quella di San Domingo è più leggiera; quella di Danimarca è men pura e più frammischiata di terra; quella di Siberia è in massa ed in pezzi grossi come un dito, sodi, pesanti, ed obbedienti alla calamita quanto il ferro puro. Non è dunque presumibile, che queste sabbie magnetiche, prodotte dalla scoria di ferro trovinsi tanto comunemente, quanto la scoria stessa, ma solo in quantità assai minore. Egli è raro, che se ne trovino ammassi un poco considerevoli; e questo è il motivo per cui sfuggirono le ricerche della maggior parte dei Mineralogisti.

gran tempo a dedurre, che, se questa sabbia di ferro puro prodotta dallo scomponimento della spuma del medesimo, invece di essere in una miniera di ferro, ritrovata si fosse in vicinanza d'una miniera d'oro, essa, unendosi a quest' ultimo metallo, formato avrebbe una lega, la quale sarebbe stata assolutamente della stessa natura dell'oro bianco. Si sa che l' oro, e 'l ferro hanno un buon grado d' affinità, anzichè una piccola quantità del medesimo è contenuta in quasi tutte le miniere di ferro. Inoltre non è ignota l' arte di dare all' oro la tinta, il colore, e persino la crudezza del ferro col fonderli insieme, del qual oro color di ferro noi ci serviamo per dare all' oro diversi colori. Quest' oro unito al ferro riesce più o meno grigio, più o meno crudo secondo la quantità di ferro, che entra nel miscuglio; ed io ne ho veduto d' una tinta assolutamente simile al color dell'oro bianco. Avendo chiesto ad un Orefice qual fosse la proporzione dell' oro, e del ferro in questa mescolanza egli m' ha detto che l' oro di 24 carati si riduceva a diciotto, e che vi entrava un quarto di ferro; la quale proporzione, se giudicarne vogliamo dal peso specifico, noi la vedremo quasi uguale a quella, che trovasi nell' oro bianco naturale. E siccome quest' oro mescolato di ferro è più duro, più crudo, e specificamente più leggiero del puro; perciò tutte queste convenienze e qualità comuni coll' oro bianco m' han persuaso che questo preteso metal-

lo altro veramente non sia che una composizione d' oro e di ferro, non mai una sostanza particolare, un metallo nuovo, perfetto, e differente da tutti gli altri, come han preteso i Chimici.

Noi possiamo altronde rissovvenirci che la lega comunica crudezza a tutt' i metalli, e che qualora segua in essi penetrazione, cioè accrescimento di peso specifico, tanto più cruda si fa la composizione, quanto più grande è la penetrazione, e più intimo il miscuglio, come scorgesi nella lega così detta *metallo di campane*, quantunque formata essa sia da due metalli da per se duttilissimi. Ora, non essendovi cosa più cruda, nè più pesante dell' oro bianco, ciò avrebbe dovuto farcelo supporre una lega fatta dalla Natura, un miscuglio di ferro e d' oro, il cui peso specifico deriva in parte da quest' ultimo metallo, ed in gran parte ancora dalla penetrazione delle due materie, ond' è composta.

Questo peso specifico dell' oro bianco non è però sì grande, come i nostri Chimici l' hanno divulgato. Questa materia trattata sola, e senza aggiunta di fondente, essendo assai difficilmente riducibile in massa (poichè al fuoco dello specchio ustorio non se ne possono ottenere che masse picciolissime) ed essendo le sperienze idrostatiche, fatte su piccoli volumi, tanto difettose che non se ne può conchiuder cosa alcuna, m' è sembrato che siasi preso abbaglio nello stabilire il peso specifico di questo minerale. Posi in un piccolo

colo tubo di penna certa polvere d'oro, che pesai colla maggior esattezza; nello stesso canaletto posi ancora un egual volume di oro bianco, e vidi ch'essa pesava quasi una decima parte meno della polvere d' oro, la quale era per altro tropo fina d'assai in confronto dell'oro bianco. Il Sig. Tillet che ad una profonda cognizione de' metalli accoppia il raro talento di far le sperienze colla maggior precisione, ha di buon grado rifatta a mia istanza quella del peso specifico dell'oro bianco relativamente all' oro puro. A questo fine si è anch' esso servito d' un tubetto di penna; ed avendo colla cisoja fatto tagliare l'oro di 24 carati, e ridurre (per quanto era possibile) alla grossezza de' granelli dell'oro bianco, dopo otto ripetute sperienze ritrovò, che il peso dell' oro bianco da quello dell' oro puro variava all' incirca d' una quindicesima parte; noi abbiamo però amendue osservato che i grani d' oro tagliati colla cisoja avevano gli angoli assai più acuti di quei dell' oro bianco, i quali esaminati colla lente s' accostavan molto alla forma de' sassuolini condotti dall'acque, gli angoli de' quali sono ottusi: esso è inoltre men ruvido al tatto, laddove i grani di quest' oro tagliato colla cisoja avevano gli angoli acuti, e le punte taglienti per modo, che collocar non si potevano, nè adattare gli uni sopra gli altri sì agevolmente come quelli dell' oro bianco; mentre all' opposto la polvere d' oro, di cui mi son servito era dell'

oro

oro in pagliuole, siccome si trova nella sabbia de' fiumi. Queste pagliuole s' adattano molto meglio una sull' altra; e quantunque tra queste, e l' oro bianco io vi abbia trovato differenza nel peso specifico all' incirca d' una decima, esse non sono però ordinariamente d' oro puro, mancandogliene bene sì esso più di due o tre carati, ciò che nella ragione istessa diminuir ne deve il peso specifico. Il perchè, tutto bene considerato, ed insieme paragonato, abbiam creduto di poter giustamente attenerci al risultato delle mie sperienze, ed assicurare che l' oro bianco in grani, tal quale è prodotto dalla Natura, è a dir poco un undicesimo, od un dodicesimo meno pesante dell' oro. Quest' errore di fatto per rapporto alla solidità dell' oro bianco, secondo ogni apparenza deriva dal non averlo pesato nel suo stato naturale, ma soltanto dopo averlo ridotto in massa: e siccome questa fusione non può aversi, se non coll' aggiunta di altre materie, e col mezzo d' un fuoco violentissimo, essa non è già più oro bianco puro, bensì un composto, penetrato dalle materie fondenti, e spogliato per mezzo del fuoco dalle parti più leggiere.

Quindi la densità dell' oro bianco invece di essere uguale, o quasi uguale a quella dell' oro (come la pretesero alcuni Autori che ne hanno scritto) essa non è che media tra quella dell' oro, e quella del ferro, avvicinantesi però un po' più a quella di questo primo metallo, che a quella del secondo.

Sup-

Supponendo adunque, che il piede cubico d' oro pesi mille trecento ventisei libbre, e quello del ferro puro cinquecento ottanta; quello dell' oro bianco in grani si troverà pesare incirca mille e cento novantaquattro libbre, locchè (quando non vi sia penetrazione) farebbe supporre che in questa lega vi avesse più di tre quarti d' oro sopra un quarto di ferro. Ma siccome colla calamita se ne attraggono sei settimi, vi sarebbe luogo di credere, che il ferro v' entrasse in quantità maggiore di un quarto, tanto più che persistendo in questa sperienza, io son persuaso, che s' arriverebbe con una forte calamita a levare fino all' ultimo grano tutto l' oro bianco. Non devesi però quindi conchiudere, che il ferro vi si contenga in una quantità così grande poichè quando questa lega si unisce all' oro per mezzo della fusione, ne risulta una massa, la quale quantunque poco ferro contenga, vien attratta dalla calamita. Ho veduto io stesso nelle mani del Sig. Baumè un bottone di questa lega, del peso di sessantasei grani, nel quale v' entravano soli sei grani, cioè un' undecima di ferro, oppure ubbidiva facilmente all' azione d' una buona calamita. Ciò posto potrebbe bene l' oro bianco contenere una sola undecima di ferro sopra dieci d' oro, e ciò non ostante produrre gli stessi fenomeni, cioè venir totalmente attratto dalla calamita, locchè perfettamente concorderebbe col peso, ch' è una dodicesima minore di quello dell' oro.

Quel-

Quello però che m' induce a credere, che l'oro bianco contenga più d'un' undecima di ferro sopra dieci d'oro, si è che la lega risultante da questa proporzione si conserva ancora color d'oro, e assai più gialla dell' oro bianco più colorito; ed acciocchè riesca precisamente del color naturale dell' oro bianco, abbisogna d' un quarto di ferro sopra tre quarti d' oro: quindi è che io inclino moltissimo a credere che nell' oro bianco esista realmente questa quantità d'un quarto di ferro. E dopo parecchie sperienze io ed il Sig. Tiliet ci siamo assicurati, che la sabbia di questo ferro puro contenuto nell' oro bianco è più pesante della limatura del ferro ordinario; questa causa unita all'effetto della penetrazione basta a rendere ragione della gran quantità di ferro contenuta sotto il piccol volume indicato dal peso specifico dell'oro bianco.

Del resto, siccome io non fui mai in istato di così profondamente esaminare la cosa, come avrei desiderato, egli è perciò possibilissimo, che in qualcheduna delle conseguenze che mi è sembrato di dover dedurre dalle mie osservazioni risguardanti questa sostanza metallica, mi sia ingannato. Quanto ho detto però è quello che mi è caduto sotto gli occhj, e che forse potrà giovare a spargere maggior lume su questa materia.

PRIMA AGGIUNTA.

Io ero appunto in procinto di pubblicare que-

questi miei fogli, quando avendo a caso comunicato le mie idee sull' oro bianco al Sig. Conte de Milly molto intendente in Fisica, ed in Chimica, n' ebbi in risposta che della natura di questo minerale esso era d' opinione poco o niente diversa dalla mia. Mandai a lui stesso la suddetta Memoria da esaminare; ed egli dopo due giorni ebbe la bontà d' inviarmi le osservazioni seguenti ch' io credo buone quanto le mie, e che egli medesimo m' ha permesso di pubblicare tutte insieme.

„ Pesai esattamente trentasei grani d' oro
„ bianco, e dopo d' averlo steso su d' un fo-
„ glio di carta bianca per poterlo meglio os-
„ servare con una buona lente, vi scorgei,
„ o almeno credei di scorgervi assai distinta-
„ mente tre sostanze differenti: la prima,
„ che era la più abbondante, aveva lo splen-
„ dore metallico; la seconda vetriforme ten-
„ dente al nero rassomigliava assai ad una
„ materia metallica ferrugigna, che abbia
„ sofferto un grado considerevole di fuoco,
„ come appunto le scorie di ferro volgarmen-
„ te dette *schiuma di ferro*; la terza men
„ copiosa delle prime due, era una sabbia
„ d' ogni colore, nella quale però soverchia-
„ va il giallo, ossia il color di topazio. Cia-
„ scun grano di sabbia considerato a par-
„ te rappresentava cristalli regolari di di-
„ versi colori, ed io ne scoprii persino de'
„ cristallizzati in forma di aghi essagoni, ter-
„ minanti in piramidi, come il cristallo di

„ mon-

„ monte; onde altro non m'è sembrata que-
„ sta sabbia che uno sminuzzamento di cri-
„ stalli di monte, o di quartzo di diversi
„ colori.

„ Mi proposi di dividere colla possibile e-
„ sattezza queste differenti sostanze per mez-
„ zo della calamita, di separarne quella par-
„ te, ch' era più facilmente attratta dalla
„ calamita da quella che lo era meno, e fi-
„ nalmente da quella che non lo era nè pun-
„ to nè poco; per poi in appresso esamina-
„ re ciascuna di esse, e sottoporla a diverse
„ prove chimiche, e meccaniche.

„ Io posi da parte le particine dell' oro
„ bianco ch'erano state attratte con prestezza
„ alla distanza di due o tre linee, cioè a
„ dire, senza il contatto della calamita, e
„ mi servii per tale sperienza d' una buona
„ calamita fattizia del Sig. Abbate... Toc-
„ cai poscia colla medesima il metallo, e
„ tolsi via tutto ciò che volle cedere allo
„ sforzo magnetico. Pesai in appresso il ri-
„ manente, che quasi non poteva più essere
„ attratto, e questa materia del tutto nitro-
„ sa, ch' io chiamerò *n.* 4., pesava ventitre
„ grani: la più amica della calamita, *n.* 1.,
„ pesava quattro grani: quella del *n.* 2. an-
„ ch' essa quattro grani; e cinque quella del
„ *n.* 3.

„ Quella del *n.* 1. esaminata colla lente
„ non dimostrava che un miscuglio di parti-
„ celle metalliche d' un bianco imperfetto ac-
„ costantesi al grigio, schiacciate, e ritonder-
„ te

,, te a guisa di sassolini, o di sabbia nera
,, vetriforme, somigliante alla schiuma di
,, ferro pista, in cui scorgevansi alcune parti
,, affatto irruginite, e a dir breve, simili a
,, quelle che veggiamo nelle scorie di ferro
,, state esposte all'umido.

,, Quella del *n.* 2. ci offeriva a un di
,, presso la stessa cosa: se non che fra le par-
,, ti metalliche, le quali vi si ritrovavano in
,, copia maggiore, pochissime erano irruginite.

,, Quella del *n.* 3. era la medesima cosa;
,, ma le parti metalliche erano più volumi-
,, nose, e rassomigliavano ad un metallo fu-
,, so, e gittato nell'acqua a fine di divider-
,, lo in acini: esse erano inoltre appiattite,
,, e capaci di prendere qualunque configura-
,, zione, ma tonde nei margini come i sas-
,, solini, che sieno stati rotolati, e levigati
,, dall' acque.

,, Quella del *n.* 4., che non era stata ra-
,, pita dalla calamita (sebbene alcune parti
,, di essa indicassero ancora qualche sensibili-
,, tà al magnetismo, ogni qualvolta si face-
,, va scorrere la calamita sulla carta ove era-
,, no distese) era una mescolanza di sabbia,
,, di parti metalliche, e di vera scoria di fer-
,, ro, friabile sotto le dita, che anneriva
,, come la scoria di ferro ordinaria. Questa
,, sabbia sembrava composta di piccoli cri-
,, stalli di topazio, di corniola, e di cristal-
,, lo di monte, ed avendone pistato qualche
,, cristallo su di un pezzo d'acciajo, esso ha
,, reso una polvere simile alla vernice polve-
,, riz-

„ rizzata: lo stesso feci colla schiuma di fer-
„ ro, la quale si schiacciò colla maggior fa-
„ cilità, e mi presentò all' occhio una pol-
„ vere nera ferrugigna, la quale niente me-
„ no della schiuma ordinaria, anneriva la
„ carta.

„ Le particelle metalliche di quest' ultima
„ materia (*n.* 4.), mi parvero più ceden-
„ ti al martello di quelle del *n.* 1., locchè
„ me le ha fatte supporre contenenti men
„ ferro delle prime. Di quì segue, che l' o-
„ ro bianco potrebbe benissimo non esser al-
„ tro che un miscuglio di ferro, e d' oro fat-
„ to dalla Natura, o fors' anche per opera
„ degli uomini, come dirò in appresso.

„ Io m' ingegnerò d' esaminare per tutt' i
„ versi possibili la natura dell' oro bianco, se
„ potrò procurarmene una quantità sufficien-
„ te: intanto ecco le sperienze che ne ho
„ fatte.

„ Per assicurarmi dell' esistenza del ferro
„ nell' oro bianco coll' ajuto di mezzi Chi-
„ mici, presi i due estremi, cioè il *n.* 1.
„ moltissimo magnetico, ed il *n.* 4. che non
„ lo era affatto. Li bagnai collo spirito di
„ nitro alquanto fumante; ed osservandone
„ l' esito colla lente, non vi potei scorgere
„ movimento alcuno d' effervescenza. Vi ag-
„ giunsi dell' acqua distillata, ma non si vi-
„ de perciò alcun movimento, eccetto che
„ le parti metalliche mutaron colore, ed ac-
„ quistaron un nuovo lucido simile a quello
„ dell' argento. Lasciai quieto questo miscu-
„ glio

„ glio per cinque o sei minuti, indi vi ag-
„ giunsi nuova acqua, ed appena vi aveva
„ fatto cadere alcune gocce del liquore alca-
„ lino saturato colla materia colorante dell'
„ azzurro di Prussia, che il *n.* 1. mi diede
„ un bellissimo turchino di Prussia.

„ Avendo fatto la stessa sperienza sul *n.*4.,
„ questo quantunque resistente all'azione del-
„ la calamita, e dello spirito di nitro, mi
„ offrì anch' esso come il *n.* 1. un bellissi-
„ mo turchino di Prussia.

„ Due cose singolarissime sono da osservar-
„ si in queste sperienze. 1. Ella è cosa fuor
„ d'ogni dubbio fra i Chimici, che han trat-
„ tato dell' oro bianco, che l' acqua forte,
„ o lo spirito di nitro non eserciti sulla me-
„ desima alcuna azione, eppure come or ora
„ s'è veduto se ne discioglie, quantunque
„ senza effervescenza, una quantità bastante
„ a produrre il turchino di Prussia, tostochè
„ vi si aggiunga del liquore alcalino flogisti-
„ cato, e saturato della materia colorante,
„ che, come ognun sa, precipita il ferro in
„ turchino di Prussia.

„ 2. L'oro bianco che non è sensibile al-
„ la calamita, non ne contiene meno di fer-
„ ro, poichè lo spirito di nitro senza pro-
„ durre effervescenza, ne distoglie quanto
„ basta per formare il turchino di Prussia.

„ Quindi è che questa sostanza risguarda-
„ ta come un ottavo metallo da' Chimici
„ moderni forse troppo amanti del maravi-
„ glioso, e del nuovo, potrebbe benissimo

„ non

„ gli Spagnuoli ſcavavano le miniere del Pe-
„ rù non poſſedevano certamente l' arte di
„ ſervirſene col maggior profitto; e dall' al-
„ tra parte eſſi avevano tante dovizie a loro
„ diſpoſizione, che veroſimilmente avranno
„ negligentati quei mezzi, che loro coſtati
„ ſarebbono ſtento, fatica, e tempo. Egli è
„ quindi probabile, che ſi contentaſſero del-
„ la prima fuſione, e le ſcorie le rigettaſſe-
„ ro come inutili, e che lo ſteſſo praticaſſe-
„ ro ancora colla ſabbia che avevan fatta
„ paſſare per lo mercurio, del qual miſcu-
„ glio forſe ne facevano un ſolo mucchio,
„ da loro riputato di niſſun valore.

„ Queſte ſcorie contenevano ancora dell'
„ oro, e molto ferro in differenti ſtati ed in
„ varie proporzioni a noi ignote ma tali for-
„ ſe che poſſono aver data l'origine all' oro
„ bianco. I globetti di mercurio da me oſ-
„ ſervati, e le pagliuole d' oro, che colla
„ ſcorta d' una buona lente ho diſtintamente
„ ſcoperte nell' oro bianco che ho avuta nel-
„ le mani han dato origine alle idee che ora
„ propongo ſull' origine di queſto minerale;
„ non le comunico però ſe non come con-
„ ghietture azzardate, mentre per acquiſta-
„ re ſu ciò qualche certezza, ſarebbe neceſ-
„ ſario ſapere dove ſiano ſituate le miniere
„ dell' oro bianco; ſe ſieno ſtate ſcavate an-
„ ticamente; ſe ſi cavi da un terreno nuo-
„ vo, o anche da quello che avanza dagli
„ ſcavamenti di altre materie; a qual pro-
„ fondità eſſa ritrovifi, ed infine ſe vi ſia

„ in-

„ indizio, che la mano degli uomini abbia-
„ vi cooperato, o no. Tutto questo potreb-
„ be servire a verificare, o a distrurre le con-
„ getture da me avanzate (6).

RIFLESSIONE.

Queste osservazioni del Sig. Conte de Milly confermano le mie in quasi tutt' i punti. La Natura è una sola: e tale presentasi a quelli che sanno osservarla; quindi non deve recar maraviglia, che senz' alcuna communicazione abbia il Sig. de Milly meco vedute le stesse cose, e dedotta la medesima conseguenza, cioè, che l' oro bianco non è un nuovo metallo, ma un mescuglio di ferro, e d' oro. E per conciliare ancora più le osservazioni sue colle mie, e dileguare nel tempo stesso i molti dubbj che rimangon riguardo all' origine, e formazione dell' oro bianco, ho creduto necessario aggiungere le seguenti riflessioni.

(6) Il Sig. Barone di Sickingen, Ministro dell' Elettor Palatino, ha detto al Sig. de Milly ch' egli aveva due Memorie mandategli dal Sig. Kellner, Chimico, e Metallurgico presso il Sig. Principe di Birckenfeld a Manheim, il quale si esibisce di restituire alla Croce di Spagna quasi tanto peso d' oro, quanto gli verrà accordato di oro bianco.

1. Il Sig. Conte de Milly diſtingue nell' oro bianco tre ſpecie di materie, cioè due metalliche, e la terza non metallica di ſoſtanza, e di forma di quartzi, o di criſtalli: oſſervò egli pure che delle due materie metalliche, l' una veniva molto e facilmente attratta dalla calamita, l' altra pochiſſimo, o niente. Ho accennato ancor io più ſopra queſte due ſoſtanze metalliche, ma non ho parlato della terza che non è metallica, perchè nell' oro bianco ch' io preſi ad eſaminare, non ve ne aveva, o almeno pochiſſimo. Pare adunque che l' oro bianco, di cui s' è ſervito il Sig. de Milly ſia ſtato men puro del mio, nel quale, dopo d' averlo oſſervato con ogni diligenza, non ho ravviſato più che alcuni piccoli globi traſparenti a guiſa di vetro bianco liquefatto, i quali eſſendo uniti alle particelle d' oro bianco, o di ſabbia ferrugigna, laſciavanſi unitamente traſportare dalla calamita. Queſti globetti diafani erano in numero piccoliſſimo, ed in otto once di oro bianco, ch' io attentamente guardai, e feci oſſervare anche da altri con una finiſſima lente, non ſi ſono veduti criſtalli regolari. M' è ſembrato anzi all' oppoſto, che tutte le particelle traſparenti foſſero globuloſe a guiſa di vetro fuſo, e tutte attaccate a parti metalliche, come la ſcoria s' attacca al ferro quando fondeſi. Contuttociò, ſiccome io niente dubitava della verità dell' oſſervazioni del Sig. de Milly, il quale aveva vedute nel ſuo oro bianco certe particelle di quar-

quartzi, e di cristalli di forma regolare, ed in gran numero; ho creduto di non dovermi contentare dell' esame del solo oro bianco di sopra accennato. Avendone pertanto ritrovato nel Gabinetto del Re, l' esaminai insieme col Sign. Daubenton dell' Accademia delle Scienze, ed in questo, che a tutti due è sembrato men puro del primo, ci riscontrammo di fatti un gran numero di piccoli cristalli prismatici, e trasparenti, alcuni color di rubino balascio, altri color di topazio, ed altri infine perfettamente bianchi. Il Sig. de Milly non s' è dunque ingannato nelle sue osservazioni, ma queste dimostran soltanto, che alcune miniere di oro bianco sono più pure delle altre, e che nelle più pure non ritrovansi corpi estranei. Lo stesso Sig. Daubenton ha riconosciuti alcuni grani appiattiti al disotto, e al di sopra gonfj, e convessi come una goccia di metallo fuso raffreddata sù d' un piano. Uno di questi grani emisferici l' ho veduto io medesimo assai distintamente, ciocchè l' oro potrebbe indicare che sia una materia stata fusa dal fuoco. Quello poi ch' è molto singolare si è, che in questa materia fusa dal fuoco vi si ritrovano de' piccoli cristalli, de' topazj, e de' rubini; nè so se si debba supporre frode per parte di quelli che han somministrato quest' oro bianco, i quali per accrescerne la quantità, abbian potuto frammischiarvi queste sabbie cristalline; giacchè, lo ripeto, questi cristalli io non ho potuto ravvisarli in più d' una mezza libbra

 di

di oro bianco datomi dal Sig. Conte d'Angivillers.

2. Riscontrai ancor io, come il Sig. de Milly le pagliuole d'oro nell'oro bianco esse si riconoscono facilmente dal calore, e dall' esser niente affatto magnetiche; non vi ho ravvisato però i globetti di mercurio che il Sig. de Milly ha veduti. Non è per questo ch' io voglia negar l'esistenza de' medesimi; sembrami solo, che le pagliuole d'oro, ritrovandosi nella stessa materia con questi globi di mercurio, ben presto s'impasterebbero, e non potrebbono ritenere il giallo color dell'oro che ho osservato in tutte le pagliuole che in una mezza libbra di oro bianco ho potuto esaminare (7). Dall'altra parte i globetti trasparenti da me or ora accennati, tanto rassomigliano ai globetti di mercurio vivo, e risplendente, che a prima vista è facile d'ingannarsi.

3. Nel mio oro bianco le particelle scolorite, ed irruginite erano in molto minor quantità, che in quello del Sig. Milly. Quella che cuopre la superficie di queste particelle non è propriamente raggine, ma piuttosto una

(7) Ho trovato poi in altro oro bianco delle pagliuole d'oro, le quali non eran gialle, ma brune, ed anche nere come la sabbia ferrugigna dell'oro bianco, dal quale probabilmente dipendeva questo color nerasto.

una sostanza nera prodotta dal fuoco del tutto simile a quella, che occupa la superficie del ferro abbruciato. L' esser poi mescolato di alcune particelle ferrugigne, le quali per mezzo del martello si riducevano in polvere gialla, ed avevano tutt' i caratteri che competono alla ruggine, era una proprietà, che il mio secondo oro bianco preso nel Gabinetto del Re, aveva comune con quello del Sig. Conte de Milly: quindi è che, rassomigliandosi l' oro bianco del Gabinetto Reale a quello del Sig. de Milly, sembra verisimile, che tanto l' uno come l' altro venuti siano dallo stesso luogo, e per lo stesso mezzo; anzi suppongo, che tutti due siano stati alterati, e mescolati quasi per metà con materie eterogenee, cristalline, e ferrugigne, le quali non si ritrovano nell' oro bianco naturale.

4. La produzione dell' azzurro di Prussia per mezzo dell' oro bianco sembra evidentemente provare l' esistenza del ferro eziandio nella porzione di questo minerale men soggetto ad essere attratto dalla calamita; e confermare nel tempo stesso ciò, che io ho esposto riguardo all' intima unione del ferro colla sua sostanza. La mutazione di colore nell' oro bianco, per mezzo dello spirito di nitro, prova che, quantunque non vi abbia effervescenza sensibile, non lascia però quest' acido di agire sull' oro bianco in una maniera evidente; e che gli Autori che ci hanno assicurati del contrario han seguita la lo-

ro pratica ordinaria, la quale consiste nell' aver in nessun conto qualunque azione, che non produca l' effervescenza. Queste due sperienze del Sig. de Milly mi sembrano interessantissime, e sarebbero anche decisive se riuscissero sempre nella stessa maniera.

5. Ci mancan realmente molte cognizioni, delle quali sarebbe mestieri per poter giudicare con sicurezza dell' origine dell' oro bianco. Niente sappiamo della Storia Naturale di questo minerale; e non possiamo che caldamente pregare quei, che sono in istato d' esaminarlo sul sito, perchè ci comunichino le loro osservazioni. Intanto siamo obbligati a fermarci su conghietture, delle quali alcune appena sembranmi più verosimili delle altre. Per esempio, io non credo che l' oro bianco sia opera degli uomini: gli abitatori del Messico, e del Perù possedevano bensì l' arte di fondere, e di travagliar l' oro prima dell' arrivo degli Spagnuoli; ma non ancora conoscevano il ferro, del quale per altro avrebbono dovuto servirsi per fare separazioni a secco in quantità. Gli Spagnuoli stessi ne' primi tempi, che abitarono que' Paesi, non v'introdussero i fornelli per fondere le miniere di ferro: v' ha dunque tutta l' apparenza di credere, ch' essi non siansi serviti della limatura di ferro per separare l' oro, almeno nel principio dei loro travagli, l' epoca de' quali non è che di due secoli e mezzo, tempo troppo breve per una produzione così abbondante qual' è quella dell' oro bianco, di cui

se

se ne trova in parecchi luoghi, e in molta quantità.

Inoltre quando si mescola l' oro col ferro col fonderli insieme, si può sempre coi mezzi chimici separarli, e trarne l' oro interamente; all' opposto i Chimici non han finora potuto ottenere questa separazione nell'oro bianco, nè determinare la quantità d' oro contenuta in questo minerale: locchè sembra provare che l' oro vi si ritrovi più intimamente unito che nella lega ordinaria, e che il ferro vi sia, come ho detto, in uno stato differeute da quello del ferro comune. Quindi l' oro bianco non mi sembra opera dell' uomo, ma un prodotto della Natura, anzi a mio credere, del fuoco de' volcani. Il ferro, abbruciato il più che si può, unito intimamente coll' oro per mezzo della sublimazione, o della fusione può aver dato l' essere a questo minerale, il quale essendo stato da principio prodotto dall' azione d' un fuoco violentissimo, avrà poscia sofferto le impressioni dell' acqua, ed i replicati sfregamenti, dai quali avrà ricevuta la forma, che danno agli altri corpi, cioè quella de' sassolini rotolati per le acque, e degli angoli ottusi. Potrebbe però anche darsi che l' acqua abbia da se sola formato l' oro bianco; perciocchè supponendo l' oro, e il ferro divisi quanto esser lo possono per la via umida, le loro molecole, riunendosi, avran potuto formare i grani che la compongono, i quali dai più pesanti fino ai più leggieri contengon tutti por-

 zione

zione di oro, e di ferro. La proposizione del Chimico, che si esibisce a rendere a un di presso altrettanto oro, quanto li verrà consegnato di oro bianco, sembrerebbe provare che in questo minerale non vi sia realmente più d' un undecimo di ferro sopra dieci d' oro, e forse anche meno. L' *un dipresso* di questo Chimico probabilmente è d' un quinto, o d' un quarto: nè sarebbe poco, se anche dentro questi limiti la sua promessa si verificasse.

SECONDA AGGIUNTA.

Ritrovandomi a Digione nella State del 1773, mi parve che l'Accademia delle Scienze, e Belle-lettere di questa Città, della quale ho l' onore d' essere membro, desiderasse di ascoltare le mie osservazioni sull' oro bianco. Io v' acconsentii tanto più volentieri, quanto che su d' una materia affatto nuova noi non possiamo mai prendere bastanti informazioni e pareri; e sì ancora perchè avevo luogo a sperare di ritrar qualche lume da una compagnia composta da un gran numero di persone versatissime in ogni genere di Scienze. Fra queste il Sig. de Morveau Avvocato generale del Parlamento in Borgogna non meno eccellente Fisico, che gran Giureconsulto stabilì di lavorar dietro l'oro bianco; ond' io gliene diedi una porzione di quello ch' io avevo fatto attrarre dalla calamita, ed una di quello ch' erasi mostrato insensibile al magnetismo, pregandolo di sottoporre que-

questo particolar metallo a quel più gran fuoco che si fosse da lui potuto ottenere. Qualche tempo dopo egli mi mandò le seguenti esperienze ch' egli medesimo ha creduto potersi unire alle mie.

SPERIENZE *fatte dal Sig. de* MORVEAU *nel Settembre del* 1773.

„ Avendomi il Sig. Conte de Buffon, in „ un viaggio che fece a Digiòn in questa „ State del 1773, fatto osservare in una mez- „ za dramma d' oro bianco inviatomi dal „ Sig. Baumè fino dal 1768, certi grani in „ forma di bottoni, alcuni più piatti, ed „ altri neri, e squamosi; ed avendo per mez- „ zo della calamita separati quelli che pote- „ van essere attratti da quei che non davan „ segno alcuno sensibile di magnetismo, mi „ provai di fare con entrambi il turchino di „ Prussia. A questo fine versai dell' acido di „ nitro fumante sulle parti non magnetiche, „ che pesavano due grani e mezzo; sei ore „ dopo io distesi l' acido con acqua distilla- „ ta, e vi aggiunsi del liquore alcalino sa- „ turato di materia colorante, e non si ot- „ tenne un atomo di turchino; l' oro bian- „ co però acquistò un non so che di più lu- „ cido. Bagnai pure con dell' acido fumante „ i trentatre grani e mezzo del rimanente „ oro bianco, parte dei quali venivano at- „ tratti dalla calamita, e disteso il liquore „ per un' eguale spazio di tempo, il mede-

„ ſimo alcalino di Pruſſia precipitò una fec-
„ cia azzurra che copriva il fondo d' un va-
„ ſo ben largo. Dopo queſta operazione l'o-
„ ro bianco era divenuto lucido quanto il
„ primo, e lavato, e diſeccato mi convin-
„ ſe, che non aveva perduto più di un quar-
„ to di grano, oſſia $\frac{1}{138}$; ed avendolo poi
„ eſaminato in queſto ſtato, vi oſſervai un
„ grano d' un giallo aſſai bello, che ritrovai
„ eſſere una pagliuola d' oro.

„ Il Sig. de Fourcy aveva allora recente-
„ mente pubblicato, che la ſoluzione dell'
„ oro ſi precipitava in turchino per mezzo
„ dell' alcali di Pruſſia: queſto medeſimo
„ fatto l' aveva egli eſpoſto in una Tavola
„ d' affinità. Quando mi nacque il deſiderio
„ di ripetere queſta ſperienza: io verſai del
„ liquore alcalino flogiſtico in una ſoluzione
„ d' oro puriſſimo, ma il colore di queſta
„ ſoluzione non ſi mutò punto, ciò che mi
„ fè ſupporre, che la ſoluzione adoperata
„ dal Sig. de Fourcy poteſſe eſſere non trop-
„ po pura.

„ Ed avendomi nel tempo ſteſſo il Sig.
„ Conte de Buffon mandata una non me-
„ diocre quantità d' altro oro bianco, per-
„ chè ne faceſſi alcune prove, diviſai di ſe-
„ pararlo da tutt' i corpi ſtranieri per mezzo
„ d' una buona fuſione: eccovi il metodo da
„ me praticato, ed i riſultati di eſſo.

SPE-

SPERIENZA PRIMA.

„ Avendo posto una dramma d' oro bian-
„ co in una piccola coppella sotto il coper-
„ chio del fornello descritto dal Sig. Mac-
„ quer nelle Memorie dell' Accademia delle
„ Scienze *dell' anno* 1758, ed avendovi per
„ due ore mantenuto il fuoco, il coperchio
„ si abbassò, e liquefatti si videro i soste-
„ gni, mentre l' oro bianco si trovò soltan-
„ to ammassato, ed attaccato alla coppella,
„ sulla quale aveva lasciate delle macchie
„ color di ruggine. L' oro bianco che allora
„ era divenuto scolorito, ed alquanto neric-
„ cio non erasi aumentato di peso, se non
„ un quarto di grano; quantità molto scarsa
„ in proporzione di quella, che fu osservata
„ da altri Chimici. Questo mi sorprese tan-
„ to più, quanto che questa dramma di oro
„ bianco, siccome anche quella che adope-
„ rai in tutte l' altre esperienze, era stata
„ successivamente attratta dalla calamita, e
„ formava porzione di sei settimi delle otto
„ once accennate dal Sig. de Buffon nella
„ Memoria precedente.

SPERIENZA SECONDA.

„ Una mezza dramma dello stesso oro bian-
„ co esposto allo stesso fuoco in una coppel-
„ la, si era egualmente ammassato, ed at-
„ taccato fortemente alla medesima coppel-
„ la, sulla quale aveva lasciate alcune mac-

 „ chie

„ chie color di ruggine: essa aveva la super-
„ ficie egualmente nera, ed il suo peso si
„ ritrovò accresciuto quasi nella stessa pro-
„ porzione.

SPERIENZA TERZA.

„ Riposi la stessa mezza dramma in una
„ nuova coppella, ma non coprii il sostegno
„ col coperchio di fornello, bensì con un
„ crociuolo di piombo nero di Passavia. Eb-
„ bi l' attenzione di non usare per appoggio
„ se non vasi d' argilla pura, e moltissimo
„ resistente, sicchè potessi accrescere l' inten-
„ sità del fuoco, e prolungarne la durata,
„ senza timore di veder liquefatti i vasi, e
„ coperta dalle scorie l' argilla. Collocato
„ così nel fornello quest' apparecchio, vi man-
„ tenni per quattro ore un fuoco violentissi-
„ mo; indi essendosi il tutto raffreddato, ri-
„ trovai il crociuolo intatto, ed unito total-
„ mente all' appoggio per mezzo d' una sal-
„ datura vetrina; rotta la quale riconobbi
„ niente essere penetrato nell' interno del cro-
„ ciuolo, il quale sembrava soltanto più lu-
„ cido di prima. La coppella, che aveva
„ conservato la sua forma e posizione era al-
„ quanto fessa, non però quanto bastasse a
„ lasciarsi penetrare, ed inoltre il bottone
„ d' oro bianco non se l' era attaccato, ma
„ soltanto ammassato, benchè più strettamen-
„ te della prima volta: i grani erano meno
„ sporti in fuori, il colore più chiaro, e 'l
„ lu-

„ lucido più metallico; ed il più rimarche-
„ vole si fu che nel tempo dell' operazione,
„ e probabilmente nei primi istanti del raf-
„ freddamento, eransi sollevati dalla sua su-
„ perficie tre getti di vetro, l'uno de' quali
„ spiccato più alto, e perfettamente sferico
„ era sostenuto da un picciuolo alto una li-
„ nea della stessa materia trasparente, e vi-
„ trea. Questo picciuolo non era più d' un
„ sesto di linea, mentre il globetto d'un co-
„ lor uniforme, con una leggiera tinta di
„ rosa che niente toglieva della sua diafanei-
„ tà, aveva una linea di diametro. Degli
„ altri due getti di vetro, il più sottile ave-
„ va un picciuolo eguale a quello del più
„ grosso; il mezzano non ne aveva affatto,
„ e soltanto per la sua esterior superficie at-
„ taccavasi all' oro bianco.

SPERIENZA QUARTA.

„ Ho tentato di coppellare l' oro bianco
„ ed a questo fine collocai nella coppella
„ una dramma di quei grani, ch' erano sta-
„ ti attratti dalla calamita, con due dram-
„ me di piombo. Dopo d' avervi mantenu-
„ to per due ore un fuoco intensissimo, ri-
„ trovai aderente alla coppella un bottone
„ coperto d' una crosta giallastra, alquanto
„ spugnosa, del peso di due dramme e do-
„ dici grani, ciocchè indicava che l' oro bian-
„ co s' aveva ritenuto una dramma, e dodi-
„ ci grani di piombo.

„ Aven-

„ Avendo posto di nuovo questo bottone
„ in un' altra coppella allo stesso fornello,
„ coll' attenzione di rivoltarlo; esso, a un
„ fuoco di due ore, non perdè più di dodi-
„ ci grani; e 'l suo colore, e la sua forma
„ cangiarono ben poco.

„ Applicai poscia al medesimo l' aria d' un
„ mantice dopo averlo collocato in una nuo-
„ va coppella chiusa con un crociuolo di Pas-
„ savia, e nella parte inferiore da un fornel-
„ lo di fusione, cui avevo otturata la boc-
„ ca: allora il bottone prese un esteriore più
„ metallico, abbenchè sempre qualche poco
„ appannato, ed in questa occasione perdè
„ diciotto grani.

„ Essendo stato il medesimo bottone ri-
„ messo nel fornello del Sig. Macquer, e
„ collocato pure in una coppella chiusa con
„ un crociuolo di Passavia, vi manten-
„ ni il fuoco per ben tre ore, dopo le
„ quali fui costretto di fermarlo per esser-
„ mi caduti i mattoni che servivano d' ap-
„ poggio: il bottone divenuto metallico an-
„ cor più, era aderente alla coppella, ed in
„ quella volta aveva perduti trentaquattro
„ grani. Lo immersi nell' acido di nitro fu-
„ mante per vedere di pulirlo; vi scorsi qual-
„ che poco d' effervescenza nell' aggiungervi
„ dell' acqua stillata, e nel bottone, che real-
„ mente aveva perduto due grani, vi rico-
„ nobbi alcuni piccoli pertuggi, come quel
„ che produce la separazione.

„ Incominciai a sperare di vetrificare l' ul-
„ tima

„ tima porzione di piombo, di cui, a giu-
„ dicarne dal suo peso, non rimanevan più
„ che ventidue grani attaccati all' oro bian-
„ co. Posi perciò questo bottone in una nuo-
„ va coppella, e disposto il tutto, siccome
„ nella terza sperienza, mi servii dello stes-
„ so fornello, avendo l' attenzione di andare
„ scuotendo la ferrata, di mantenere princi-
„ palmente nella corrente d' aria ch' essa at-
„ traeva, una evaporazione continua per mez-
„ zo d' una capsula, che di tempo in tempo
„ riempivo d' acqua; e finalmente di lascia-
„ re per un momento aperto il coperchio o-
„ gni volta, che il fornello si empieva di
„ carbone. Le quali cautele accrebbero l' at-
„ tività del fuoco, per modo che ogni dieci
„ minuti rendeasi necessaria una nuova ag-
„ giunta di carbone. A questo grado tenni
„ esposto il tutto per quattro ore, indi il la-
„ sciai raffreddare.

„ Nel giorno susseguente il crociuolo di
„ piombo nero aveva resistito, e i sostegni
„ s' erano solo a cagione delle ceneri ridotti
„ in majolica: nella coppella ritrovai un
„ bottone bene unito, niente aderente, nel
„ colore continuato ed uniforme; che s' ac-
„ costava allo stagno più che ad altro me-
„ tallo, solamente un poco scabro; del pe-
„ so per l' appunto d' una dramma nè più
„ nè meno.

„ Ogni cosa indicava dunque che quest' o-
„ ro bianco avesse sostenuto una perfetta fu-
„ sione, e che fosse perfettamente puro; im-

„ pe-

„ perocchè, per supporre ch' esso avesse an-
„ cora del piombo, bisognerebbe supporre
„ eziandio, che questo minerale avesse della
„ sua sostanza perduto tanto appunto, quan-
„ to avea ritenuto di materia estranea, la
„ qual precisione non può essere effetto pu-
„ ramente del caso.

„ Dovendo passare alcuni giorni insieme
„ col Sig. Conte de Buffon, la cui compa-
„ gnia alletta del pari che lo stile, ed il
„ conversare niente meno erudito de' suoi li-
„ bri, mi procurai il piacere di comunicar-
„ gli i prodotti di questi sperimenti, e ri-
„ cominciai ad ulteriormente con esso lui e-
„ saminarli.

„ 1. Noi osservammo che la dramma d'
„ oro bianco ammassato nella prima sperien-
„ za, non veniva dalla calamita attratto in
„ massa: e che ciò non ostante la calamita
„ esercitava sui grani che distaccavansi, un'
„ azione ben rimarchevole.

„ 2. La mezza dramma della terza spe-
„ rienza, non solo non poteva essere attrat-
„ ta in massa, ma i grani stessi che si sepa-
„ ravano non davano più indizio alcuno di
„ magnetismo.

„ 3. Il bottone della quarta sperienza era
„ anch' esso assolutamente insensibile all' av-
„ vicinamento della calamita, del che ci as-
„ sicurammo coll' aver collocato il bottone
„ in equilibrio su d' una bilancia delle più
„ esatte, presentandosi fino a toccarlo una
„ fortissima calamita, senza che l' equilibrio
„ fos-

„ soffrisse il minimo sconcerto.

„ 4. Il peso specifico di questo bottone fu
„ determinato da una buona bilancia idro-
„ statica, e per maggior sicurezza contrap-
„ posto all' oro di moneta, ed al globo d'o-
„ ro purissimo adoprato già dal Sig. de Buf-
„ fon per le sue belle sperienze sui progressi
„ del calore; la densità di essi si trovò ave-
„ re i seguenti rapporti coll' acqua, nella
„ quale sono stati immersi.

„ Il globo d' oro . . . . . . $19\frac{34}{1}$.

„ L' oro di moneta . . . . . $17\frac{1}{2}$.

„ Il bottone d' oro bianco . . $14\frac{2}{5}$.

„ 5. Questo bottone messo su di un pez-
„ zo d' acciajo per provarne la duttilità, so-
„ stenne molto bene alcuni colpi di martel-
„ lo: indi la superficie divenne piana ed an-
„ che un poco levigata ne' luoghi battuti;
„ e da lì a poco essendosi spaccato, se ne
„ staccò una porzione ch' era quasi il sesto
„ di tutto il bottone. La rottura ci fe ve-
„ dere molte cavità, alcune delle quali del
„ diametro incirca d' una linea avevano il
„ bianco, e il lucido dell' argento, e nelle
„ altre scorgevansi alcune piccole punte spor-
„ te infuori come le cristallizzazioni nelle
„ aetiti: la cima di una di queste punte e-
„ saminata colla lente era un globetto, nel-
„ la forma affatto simile a quello della ter-
„ za sperienza; di materia anch' esso vitrea,
„ e trasparente per quanto si potè giudicare,

„ atte-

„ attesa l' estrema sua picciolezza. Del resto
„ tutte le altre parti del bottone erano com-
„ patte, ben unite; ed il grano più sottile
„ era più duro di quello del miglior acciajo,
„ a cui per altro rassomigliava nel colore.

„ 6. Avendo avvicinata la calamita ad
„ alcune porzioni di questo bottone ridotte
„ in piccole particelle a colpi di martello,
„ abbiamo veduto che nissuna ne restò at-
„ tratta; ma avendole poscia spolverizzate
„ in un mortaio d' agata, osservammo che
„ la calamita ne sollevava alcune delle più
„ piccole ogni volta che se le applicava im-
„ mediatamente al disopra.

„ In conseguenza di questa nuova com-
„ parsa di magnetismo tanto più sorprenden-
„ te, perchè i grani staccati dalla massa riu-
„ nita della seconda sperienza, ci eran sem-
„ brati spogliati affatto d' ogni sensibilità al-
„ l' avvicinamento, e contatto della calami-
„ ta, ripigliammo alcuni di questi grani, e
„ ridottili pur anco in polvere nel mortaio
„ d' agata, osservammo le più minute parti
„ attaccarsi ben presto sensibilmente alla spran-
„ ga calamitata. Non si può attribuire quest'
„ effetto alla levigatezza della superficie del-
„ la spranga, nè ad altra cagione estranea
„ dal magnetismo; mentre un pezzo di ferro
„ egualmente levigato, applicato nella stessa
„ maniera alle parti di quest' oro bianco, non
„ potè avvicinarsene pur una.

„ Dall' esatto racconto di queste sperien-
„ ze, e dalle osservazioni alle quali esse die-
„ de-

„ dero luogo, si può giudicare quanto diffi-
„ cil cosa sia il fissare la natura dell' oro
„ bianco. Dubitar non si deve che questo
„ contenesse alcune parti vetrificabili a un
„ gran fuoco, anche senza aggiunta: egli
„ è certo altresì che tutto l' oro bianco con-
„ tiene ferro, e particelle magnetiche; ma
„ se l' alcali di Prussia non ci somministras-
„ se il turchino se non coi grani separati
„ colla calamita, parrebbe che si potrebbe
„ conchiudere, che i grani insensibili alla ca-
„ lamita, fussero d' un' oro bianco, che non
„ è per se stesso in verun grado magnetico;
„ e nel quale il ferro non entra come par-
„ te essenziale. Si potrebbe sperare, che una
„ fusione portata allo stesso segno, ed una
„ coppellazione egualmente perfetta decide-
„ rebbono questa questione: ogni cosa indi-
„ cava che realmente queste operazioni, se-
„ perandolo da tutt' i corpi stranieri, spoglia-
„ to l' avessero d' ogni virtù magnetica; ma
„ l' ultima osservazione prova incontrastabil-
„ mente che questa forza magnetica effetti-
„ vamente non fosse che indebolita, e forse
„ nascosta e seppellita, giacchè ricomparve
„ quando si triturò.

RIFLESSIONI.

Da queste sperienze del Sig. Morveau, e dalle osservazioni che dopo abbiamo fatto insieme, risulta:

1. Ch' è sperabile d' arrivare a fondere senza

fenz' altra aggiunta l' oro bianco nei nostri fornelli più buoni, coll' applicarle il fuoco molte volte in fila, mentre i crociuoli migliori non potrebbono resistere all'azione d'un fuoco tanto violento per tutto il tempo necessario all' operazione compita.

2. Che fondendolo col piombo, e facendolo successivamente in varie riprese passare per la coppella, s'arriva a vetrificare il piombo; e questa operazione potrebbe alla fine privarlo d' una parte delle materie estranee che contiene.

3. Che fondendolo senz' altra aggiunta; sembra in parte liberarsi da se stesso dalle materie vetrificibili che racchiude, poichè durante questa operazione si slancian alla superficie alcuni piccoli getti di vetro, che forman certe masse molto considerevoli, e se ne posson separare assai facilmente dopo il raffreddamento.

4. Che facendo l' esperienza del turchino di Prussia coi grani d' oro bianco più insensibili alla calamita, non possiamo sempre assicurarci di ottenerlo, locchè costantemente succede coi grani che mostrano maggiore o minor sensibilità al magnetismo: siccome però questa sperienza è stata fatta dal Sig. de Morveau sopra d' una piccolissima quantità di oro bianco, si è proposto di ripeterla.

5. Pare che nè la fusione, nè la coppellazione possano interamente distrurre il ferro, da cui è intimamente penetrato l' oro bianco. Egli è verissimo, che i bottoni fusi, o cop-

coppellati mostransi egualmente insensibili all'azione della calamita ; triturati però in un mortaio d' agata , e su di un mezzo d'acciaio ci offrirono alcune parti magnetiche tanto più abbondanti , quanto più fina era la polvere, in cui era stata ridotto l' oro bianco . Il primo bottone , i cui grani non s' eran che agglutinati , dopo d' essere stato sminuzzato produsse molto più parti magnetiche del secondo, e del terzo , i grani de' quali avevan sofferta una fusione più forte ; ciò non ostante tutti due macinati ci somministrarono delle parti magnetiche in modo da non poter dubitare che qualche porzione di ferro entri nell' oro bianco anche dopo che il medesimo ha sofferto i più violenti sforzi del fuoco , e l'azione divorante del piombo nella coppella . Questo dimostra ad evidenza , che realmente questo minerale non è altro , che un miscuglio intimo d' oro , e di ferro , che finora l' arte non è arrivata a separare.

6. Un' altra osservazione da me fatta insieme al Sig. de Morveau sull' oro bianco fuso , e poscia triturato , si è che infranto ripiglia precisamente la forma istessa de' sassolini rotondi , ed appiattiti che aveva prima di essere liquefatto. Tutt'i grani di quest'oro fuso e triturato sono simili a quei dell' oro bianco naturale , tanto per riguardo alla forma , quanto alla varietà della grandezza ; nè sembrano dalla medesima diversi , se non per essere più piccoli , più ubbidienti alla calamita , ed in quantità tanto minore , quanto mag-

maggior fuoco ha sofferto l' oro sudetto. Ciò sembra provare ancora, che quantunque il fuoco sia valevole non solo a bruciare, e vetrificare, ma eziandio a cacciar fuori dall' oro bianco una parte di ferro colle altre materie vetrificibili, che contiene; ciò non ostante la fusione non è compiuta quanto quella degli altri metalli perfetti, poichè, stritolandolo, i grani riacquistano la figura, che avevan prima della fusione.

ME-

MEMORIA QUARTA.

Esperienze sulla tenacità, e scomponimento del ferro.

DOpo di aver veduto nella prima Memoria, che il ferro scema di peso ogni volta che ad un fuoco violento si riscalda, e che alcuni globi arroventiti per tre volte perdettero la dodicesima parte del loro peso: noi saremmo a prima giunta inclinati a non attribuire questa perdita ad altro, che alla diminuzione del volume del globo cagionata dalle scorie, che staccansi dalla superficie e cadono in piccole scaglie. Riflettendo però che le piccole palle (la superficie delle quali, relativamente al volume è più grande di quella delle grosse) perdono meno, e che i globi grossi proporzionatamente perdono più dei piccoli, facilmente ci accorgeremo che la perdita del peso non deve ripetersi semplicemente dal cadere delle scaglie che staccansi dalla superficie, ma ben anchè da un' alterazione intima di tutte le parti della massa, che il fuoco violento diminuisce, e rende tanto più leggiere quanto più spesso, e più a lungo vi si applica (8).
Di

(8) Un'esperienza famigliare, e che sembra dimostrare che il ferro, a misura che si scal-

Di fatti raccogliendo le scaglie ogni volta che separansi dalla superficie de' globi, troverassi che d' un globo di cinque pollici, il quale per esempio nel primo scaldarsi avrà perduto otto once, non si otterrà un' oncia di queste scaglie staccate, e che tutto il resto della perdita di peso ad altro non si può attribuire se non a quest' intima alterazione della sostanza del ferro, la quale, ogni volta che si scalda, tanto perde della sua solidità, che, se questa medesima operazione si ripetesse sovente, il ferro non si ridurrebbe ad altro che ad una materia friabile, leggiera, e di nissun uso. Imperocchè io ho osservato, che i globi avevan perduto non solo di peso, cioè di densità, ma nel tempo istesso molto di solidità, ch' è quanto dire di quella qualità, dalla quale dipende la coerenza delle parti; perciocchè nel farli battere ho osservato, che potevansi rompere tanto più facilmente, quanto più spesso, e più a lungo erano stati riscaldati.

Dal

---

scalda anche ad un fuoco mediocre, perde della sua massa, si è che i ferri per arricciare, dopo essere stati più volte tuffati nell'acqua per raffreddarli, non conservano mai per egual tempo lo stesso grado di calore. Quando questi sono stati per assai volte scaldati e tuffati, se ne distaccan pure certe scaglie, le quali sono vero ferro.

Dal non sapere fino a qual segno giungesse l' alterazione del ferro, o piuttosto dal non dubitarne, derivò già da qualche anno l'usanza della nostra Artiglieria d' infuocare le palle, il volume delle quali diminuir si voleva (9). Io vengo assicurato che, essendo il diametro de' cannoni recentemente fusi più stretto di quello de' vecchi, siasi reso necessario l' impicciolire le palle, e che a questo fine siansi le medesime fatte arroventire per polirle poscia facilmente lavorandole al torno: e mi si soggiungeva inoltre che per ridurle al diametro necessario, bisognáva riscaldarle cinque, sei, ed anche otto e nove volte. Dalle mie sperienze apparisce essere questa una pratica biasimevole; poichè una palla infuocata nove volte, deve perdere almeno il quarto del suo peso, e forse tre quarti della sua solidità. Fatta così friabile, e facile ad infrangersi non può far colpo, giacchè si schiaccia contro i muri; e scemata di peso non può più essere cacciata alla lontananza delle altre.

Generalmente per conservare la solidità, e il nerbo, cioè la massa, e la forza del ferro, non bisogna esporlo al fuoco più spesso, e più a lungo del necessario: fatto ar-

(9) Il Sig. Marchese di Valliere in questo tempo non s' ingeriva negli affari dell' Artiglieria.

rossire, senza infuocarlo a quell' ultimo grado che gli è sempre pregiudicevole, sarà atto alla maggior parte degli usi; e in quelle operazioni, per le quali importa che il ferro conservi tutto il suo nervo, come nelle lamine che battonsi per farne canne da schioppo, converrebbe, se fosse possibile scaldarlo appena una volta per batterlo, indi piegarlo, e saldarlo in una sola operazione, imperciocchè quando il ferro sotto il martello ha acquistata tutta la forza sua propria; il fuoco non fa che diminuirgliela. S'aspetta quindi agli Artefici di vedere fino a qual segno questo metallo debba essere lavorato perchè acquisti tutto il suo nervo, nè sarebbe impossibile il determinarlo per via d' esperienze, delle quali io ne ho fatte alcune che quì riferisco.

I.

Una fibbia di ferro della grossezza di linee 18 e due terzi, cioè di 348 linee quadrate per ciascuna corda perpendicolare di ferro, ciocchè forma in tutto *696* linee quadrate di ferro, si ruppe sotto il peso di 28 migliai di libbre che tirava perpendicolarmente: questa fibbia di ferro aveva incirca 10 pollici di larghezza sopra 13 di altezza, ed era d'una grossezza eguale in tutte le sue parti; essa si ruppe quasi nel mezzo delle corde perpendicolari, e non negli angoli.

Se da questa sperienza si volesse decidere dal grande al piccolo, della forza del ferro,

tro-

troverebbeſi che ciaſcuna linea quadrata di ferro tirata perpendicolarmente, non potrebbe ſoſtenere che 40 libbre incirca.

II.

Tuttavia avendo meſſo alla prova un filo di ferro del diametro poco più d' una linea, queſto pezzetto di filo di ferro ſoſtenne prima di romperſi 482 libbre: un altro pezzo di filo di ferro eguale non ſi ruppe che ſotto il peſo di libbre 495; di maniera che ſi potrebbe preſumere, che una verga quadrata d' una linea di queſto ſteſſo ferro avrebbe potuto portarne ancora più, mentre avrebbe contenuti quattro ſegmenti, o quattro angoli di quadrato poſti al circolo di più del filo di ferro rotondo del diametro d'una linea.

Convien dire, che la ſproporzione della forza del ferro in groſſo da quella del ferro in piccolo è enorme. Il ferro groſſo di cui mi ſono ſervito veniva dalla fabbrica d'Aiſy ſotto Rougemont, ed era ſenza nervo, e in groſſi grani. Non ſo di qual fabbrica foſſe il mio filo di ferro; per grande però che ſupporre ſi voglia la differenza della qualità del ferro, eſſa non può cagionarne tanta, quanta ne ſcorgiamo nella loro reſiſtenza, la quale, come ognun vede, è dodici volte minore nel ferro groſſo, che nel ſottile.

III.

Ho fatto rompere un' altra fibbia del medeſimo ferro della ferriera d' Aiſy della groſſezza di linee 18 e mezza, e anche queſta non ſoſtenne più di 28450 libbre, eſſendoſi

rotta parimente quasi nel mezzo delle due corde perpendicolari.

IV.

Nel tempo istesso aveva fatto fare una fibbia del medesimo ferro, che aveva fatto ribattere per dividerlo in due, talmente che trovavasi ridotto ad una verga di 9 linee sopra 18: avendola messa alla prova, sostenne prima di spezzarsi il peso di 17300 libbre, laddove essa se non fosse stata battuta per la seconda volta, non avrebbe potuto portare più di 14 migliaja di libbre.

V.

Un'altra fibbia di ferro della grossezza di 16 linee e tre quarti, che formano quasi 280 linee quadrate per ciascuna corda perpendicolare, cioè 560 in tutto, ha sostenuto 24600 libbre; mentre non avrebbe potuto sostenerne che 22400 se non l'avessi fatta battere un'altra volta.

VI.

Essendosi, per la forza del calor d'un fornello, rotto ne' due punti, frammezzo ai due più lunghi lati un telaio di ferro della stessa qualità, cioè senza nerbo, ed a grossi grani, venuto dalla medesima fabbrica d'Aisy, ch'io aveva adoperato per impedire che i muri dell'alto fornello delle mie fabbriche si scostassero; e che era da una parte 26 piedi sopra 22 dall'altra; ho creduto di poter paragonare questo telaio alle fibbie delle precedenti sperienze, poichè era formato dello stesso ferro, e si era rotto nella maniera mede-

desi-

desima. Questo ferro aveva 21 linee di grossezza locchè forma 441 linee quadrate, ed essendosi rotto siccome le fibbie nelle due parti opposte, vengono ad essere 882 le linee quadrate state divise dall'azione del fuoco. E siccome dalle sperienze precedenti abbiamo rilevato che 696 linee quadrate dello stesso ferro si sono spezzate sotto il peso di 28 migliaja di libbre; quindi bisogna conchiuder da ciò, che 882 linee di questo ferro medesimo rotte non si sarebbono se non sotto il peso di 36480 libbre, e che per conseguenza l'azione del calore deve considerarsi come un peso di 35480 libbre. Avendo, affine di trattenere il muro interiore nella scavatura che si fece dopo la rottura del telaio, fatto fare un cerchio di piedi 26. e mezzo di circonferenza, con ferro forte fuso e fabbricato nelle mie ferriere; questo m' ha somministrato il mezzo di paragonare la tenacità del ferro buono con quella del ferro comune. Questo cerchio di piedi 26 e mezzo di circonferenza era di due pezzi trattenuti, ed uniti insieme per mezzo di due piccole chiavi di ferro, le quali entro anelli battuti passavano fino all' estremità delle due lamine di ferro; la larghezza delle quali era di 30 linee sopra 5 di grossezza, locchè forma 150 linee quadrate, locchè non si deve duplicare, perchè il cerchio non poteva rompersi se non in un luogo solo, non già in due luoghi come le fibbie, o il gran telaio quadrato. L' esperienza però ci dimostra, che in una fusione di quat-

tro mesi, nella quale il calore era più grande di quei che fosse nel getto precedente; queste 150 linee di ferro buono furon bastanti à resistere alla sua azione, la quale era di 35480 libbre. Da questo devesi conchiudere colla maggior sicurezza, che il ferro buono, cioè il ferro tutto nervoso è almeno cinque volte più tenace del ferro senza nervo, e a grossi grani.

Giudichisi dal fin quì detto del vantaggio che si avrebbe, valendosi di buon ferro, e nervoso per uso de' bastimenti, e per la fabbrica de' vascelli, poichè ne abbisognerebbero tre quarti meno, e si avrebbe un quarto di più di solidità.

Coll'ajuto di simili sperimenti, è col far lavorare a fuoco una, due e tre volte delle verghe di ferro di differenti grossezze, noi potremmo assicurarci della *massima* forza del ferro, combinare con certa misura la leggerezza dell'armi colla loro solidità, usare di questa materia per altri lavori senza temere che si rompa, e per dirlo in breve, maneggiar questo metallo con regole appoggiate a' principj uniformi e costanti. Da queste sperienze, che sono l'unico mezzo di perfezionar l'arte di lavorare il ferro, potrebbe lo Stato ritrarne vantaggio grandissimo, giacchè la qualità del ferro ripetere non si deve dalla diversa qualità della miniera. Per esempio: perchè il ferro d'Inghilterra, di Germania, oppure di Svezia sia migliore di quello di Francia, che quello di Berrì sia più dolce di quel-

quello di Borgogna, niente contribuisce la natura delle miniere: Tutto dipende dalla maniera di lavorarlo; ed io posso farne testimonianza per aver veduto io stesso che col batterlo molto, e poco scaldarlo si comunica al ferro la maggior forza accostantesi a quel *massimo*, di cui non posso che raccomandar la ricerca, possibile però ad ottenersi per mezzo delle sperienze or'ora indicate.

Dalle palle da me più volte esposte alla prova del maggior fuoco per esperimentarle, ho compreso che il ferro scema di peso, e forza tanto più quanto più replicatamente, o lungamente si scalda, che la sua sostanza si scompone, se n' altera la qualità, e che finalmente degenera in una specie di scoria, e di materia porosa, leggiera, la quale coll' intensa, e durevole applicazione del fuoco si riduce ad una specie di calce. La schiuma di ferro ordinaria è d' un' altra specie; e quantunque comunemente si creda che la schiuma di ferro non possa derivare da altro, e non derivi se non dal ferro, io ne ho la prova in contrario. La così detta schiuma di ferro è veramente una materia prodotta dal fuoco, ma a formarla non è necessario l'impiegarci il ferro, o alcun altro metallo; col legno, e col carbone abbruciato al fuoco violento se ne otterrà una quantità assai grande. Che se si pretenda che questa schiuma provenga soltanto dal ferro contenuto nelle legna (giacchè tutt' i vegetabili più o meno ne contengono); io dimando, perchè mai

questa schiuma ottenere non si possa dal ferro in quantità maggiore, che dalle legna, la cui sostanza è cotanto diversa da quella del ferro? Questo fatto dimostratomi dall' esperienza mi condusse ad intenderne un altro che prima mi era parso inesplicabile. Nelle terre apriche, e massime nelle selve, dove non v' ha fonti, nè fiumi, e quindi ove non vi sono mai state fabbriche di ferro, nè tampoco indizj di volcani, o fuochi sotterranei, ritrovansi spesso masse di schiuma di ferro tanto considerevoli, che due uomini non potrebbero alzarle senza stento. Avendone per la prima veduto nel 1745 a Montigny-Encoupe, nei boschi del Sig. di Trudaine, ne feci cercare, e se ne ritrovarono dappoi anche nei nostri di Borgogna, ancor più lontani dalle acque di quelli di Montigny, e successivamente in parecchi luoghi. I piccoli pezzi di questa schiuma mi parvero aver origine da qualche fornace di carbone che si sarà lasciata bruciare, ma i grossi derivare non possono se non da un incendio nella selva, quando era in piena maturanza, e quando gli alberi eran grandi, e vicini l' un all' altro quanto bastasse a produrre un fuoco insieme violentissimo, e di lunga durata.

La schiuma di ferro, che può considerarsi come un residuo della combustione della legna, contiene del ferro; ed in un' altra Memoria vedrannosi le sperienze da me fatte affine di misurare da questo residuo la quantità di ferro, che entra nella composizione

de'

de' vegetabili. Questa terra morta, o questa calce, in cui si converte il ferro per la troppo lunga azione del fuoco, m' è parsa contenere più ferro, che non il capo morto del legno; ciocchè sembra provare che il ferro è siccome il legno una materia combustibile, che il fuoco può egualmente distruggere, purchè le venga più violentemente, e più lungamente applicato. A persuaderci della verità di quel detto di Plinio, *ferrum accensum igni, nisi duretur ictibus, corrumpitur* (10), basterà osservare in una ferriera la prima massa di ferro che cavasi dalla ferraccia, la quale è un pezzo di ferro fuso per la seconda volta, che non per anco è stato battuto, cioè consolidato per mezzo del martello: tosto che si estrae dalla fornace, ove ha poco prima sofferto il fuoco più violento, esso è arroventato; e non solo manda scintille infuocate, ma realmente arde d'una fiamma vivissima, la quale consumerebbe una parte della sua sostanza, se troppo s' indugiasse a sottoporla al martello; e questo ferro prima d' essere formato verrebbe anche, per così dire, ad essere distrutto, ed a soffrire compiutamente l' effetto della combustione, se i colpi del martello, avvicinandone le parti troppo divise dal fuoco, non incominciasse a fargli prender il primo grado della sua tenacità. In questo stato levasi ancor rosseggiante disotto al martello si porta di nuo-

(10) Stor. Natur. *lib.* 34. *cap.* 15.

vo alla fornace per raffinarlo, dove nuovamente infuocato trasportasi egualmente colla possibile prestezza sotto al martello, sotto il quale consolida, e si difende molto più della prima volta; e finalmente questo pezzo s'espone di nuovo al fuoco, indi al martello, per mezzo del quale resta interamente lavorato. Questo metodo di lavorare tutt' i ferri comuni, ai quali si danno al più due o tre battute di martello è il motivo, per cui essi mancano di quella tenacità che potrebbono acquistare lavorati men frettolosamente; poichè la forza del martello non solo comprime le parti del ferro troppo divise dal fuoco, ma coll' avvicinarle ne discaccia eziandio le materie estranee, e lo purga consolidandolo. Ordinariamente la perdita che fa il ferro in ferraccia giunge ad un terzo, la maggior parte del quale si consuma nel fuoco; e 'l restante scorrendo in fusione forma il così detto *capo morto* del ferro; esso è più pesante della schiuma di ferro tratta dal legno, e racchiude ancora una quantità assai grande di ferro impurissimo, e crudissimo, del quale però si può servire in qualche maniera, se stritolato mischisi in piccola quantità colla miniera che gittasi nel fornello. Io so per esperienza, che unendo insieme un sesto di questo residuo con cinque sesti di miniera purgata co' miei crivelli, il getto non rendesi sensibilmente diverso in qualità, e solo aggiugnendogliene di più, diventa più crudo senza cangiare di colore, o di grano. Che se

se le miniere sono men pure, queste parti crasse guastano assolutamente la fusione, la quale essendo già per se stessa crudissima non meno che frangibilissima, per l' aggiunta di questa cattiva sostanza viene ad esserla molto più; di maniera tale, che questo metodo, il quale può riuscir utile nelle mani d' un Artefice perito, in altre mani sarà dannoso a segno da non poter in alcun modo usar tanto de' ferri, quanto delle fusioni che se ne faranno.

Vi sono però mezzi, se non per cambiare, almeno per correggere in parte la cattiva qualità della fusione, e di torre alla ferriera la crudezza del ferro che ne deriva. Il primo di questi mezzi è diminuire la forza dell' aria, o questo ottengasi col mutare la positura del bucolare, o col rallentare il moto del mantice; poichè quanto più il fuoco s' ingagliardisce, tanto più di crudezza contrae il ferro. Il secondo, anche più efficace, si è di gittare sulla massa di ferro che separasi della ferraccia una certa quantità di terra calcarea, o anche di calce perfetta, la quale serve di fondente alle parti vetrificabili che il ferro crudo racchiude in troppo gran quantità, e lo purga dalle sue impurità. Bisogna però tenersi lontani dal caso d' aver a ricorrere a questi compensi, ciocchè non succederà mai quando pratichinsi i metodi da me accennati per fare una buona fusione (11).

(11) Questi metodi troverannosi nelle mie Memorie sulla fusione delle miniere di ferro.

Quando i Raffinatori si fanno lavorare per loro conto, e paganſi a migliajo, eſſi ſiccome anche i Fonditori, fanno nella loro ſettimana tutto il ferro che poſſono; adattano il focolare della loro fucina in maniera di loro maggior comodo, ſollecitano il fuoco, trovano che i mantici non danno mai aria che baſti, lavorano meno la maſſa, ed ordinariamente fanno in due ſcaldate quello che far non potrebbeſi in meno di tre: non ſaremo quindi ſicuri giammai d'avere del ferro d'una buona medeſima qualità ſe non pagando a meſe gli Operaj, e facendo, alla fine d'ogni ſettimana, rompere alcune verghe del ferro che vanno terminando, affine di riconoſcere ſe han traſcurato, o affrettato di troppo il lavoro. Il ferro in laſtre piatte è ſempre più fibroſo del ferro in mazze; ſe nelle laſtre ritrovanſi due terzi di nervo per un terzo di grani, nelle mazze fatte anche dello ſteſſo ferro non vi ſi troverà ſe non circa un terzo di nervo ſopra due terzi di grani, prova aſſai chiara per dimoſtrare che la maggiore o minor forza del ferro proviene dalla differente applicazione del martello; queſto ſe più coſtantemente, e più frequentemente batte ſullo ſteſſo piano come ſulle laſtre piatte, meglio ne approſſima, e riuniſce le parti, che non fa battendo quaſi alternativamente ſu due piani differenti, per farne mazze quadrate: quindi egli è più difficile il ſaldare le mazze, che non le laſtre; e quando vuolſi fare dal ferro per trafila, il quale

quale debb' essere in mazze di tredici linee, e d' un ferro moltissimo nervoso, e duttile quanto basti per essere convertito in filo di ferro, bisogna raffinarlo più lentamente, e non ritirarlo dal fuoco se non quando è vicino a fondersi, ed a forza di martello comunicargli tutto quel nervo di cui è suscettibile sotto questa forma quadrata, la quale è la meno atta, ma che sembra necessaria in questo caso, in cui da queste mazze, che tagliansi circa a quattro piedi, se ne deve trarre poscia una verga di diciotto o venti piedi per mezzo del martello, sotto il quale s' allunga dopo averla scaldata; e questa è quella che chiamasi *verga intagliata*, la quale è quadrata come la mazza da cui deriva, e nelle quattro facce conserva delle cavità successive, che sono le impronte profonde di ciascun colpo del piccolo martello che adoprasi per lavorarle. Perchè passi fino all'ultima trafila, questo ferro deve esser duttilissimo, e nel tempo stesso non troppo dolce, richiedendosi anzi fermo quanto basti perchè non dia un gran calo. Egli è assai difficile di coglier questo punto, quindi in Francia due o tre ferriere soltanto possono somministrare questi ferri per le filiere.

Egli è vero che la buona fusione è la base del buon ferro; ma perloppiù questo buon ferro si guasta per raggione de' cattivi metodi. Il più comune fra questi, e che più di tutti toglie il nervo, e la tenacità del ferro, è il costume degli Operaj di quasi tutte

te le ferriere, di tuffare nell'acqua la prima porzione del pezzo che han travagliato, affine di poterlo maneggiare, e ripigliare più prontamente. Io ho veduto non senza sorpresa la prodigiosa differenza cagionata da questa immersione massime nell'inverno, e quando l'acqua è fredda; imperocchè non solo rende fragile il miglior ferro, ma ne cangia altresì il granito, e ne distrugge la forza a segno, che nessuno immaginerebbesi ch'esso sia lo stesso ferro se non ne fosse convinto da' suoi proprj occhi col rompere l'altra estremità della stessa mazza, la quale non essendo stata immersa nell'acqua conserva per anco il suo nerbo, e'l suo granito ordinario. Questo immergimento se non fa gran male in estate, ne fa però costantemente qualche poco; e quando si voglia aver il ferro sempre della medesima buona qualità, bisogna assolutamente abbandonare questo costume di tuffarlo nell'acqua, ed aspettare, per maneggiarlo, ch'esso raffreddi all'aria.

E' necessaria una assai buona fusione per ottenere un ferro fibroso, e tenace come quello che si può cavare dai vecchi ferramenti rifusi, non già coll'esporli di nuovo al fornello di fusione, ma col metterli al fuoco di raffinamento. Per le mie ferriere si compra ogni anno una quantità assai grande di questi vecchi ferri, dai quali con poca fatica si cava ferro eccellente. In questi ha però luogo la scelta, poichè quelli che si hanno dai ritaglj di latta, o dai pezzi di filo di

fer-

ferro rotti, chiamati *riblons* sono i migliori di tutti, perchè composti d'un ferro più puro degli altri, e si pagano qualche cosa di più. Generalmente però da questi vecchi ferri quantunque di mezzana qualità, traesi sempre buonissimo ferro, quando si sappia lavorarlo: quindi non bisogna mai mischiarli col getto, anzi quando frammezzo a questi ferri se ne trovasse qualche pezzo, bisogna separarnelo. E' inoltre necessario mettere nel focolare una certa quantità di scaglie, ed il fuoco vuol essere men sollecitato, men violento che pel ferro, che lavorasi in ferraccia: poichè senza una tale avvertenza verrebbesi ad abbruciare una gran parte del ferro vecchio, il quale quando è ben maneggiato, e di buona qualità, non dà che un quinto di calo, e meno consuma di carbone, che il ferro in ferraccia. Le scorie che escono da questi vecchi ferri sono in quantità assai minore, e non racchiudono tante particelle di ferro, quanto le altre. Cogli avanzi di ferro rimandati dalle filiere, che somministrano le mie ferriere, e co' ritagli delle lastre di ferro tagliate ch'io faccio fare, ho avuto bene spesso del ferro ch'era tutto nervo, il cui calo non arrivava quasi che ad un sesto, laddove il calo del ferro in ferraccia è ordinariamente del doppio, cioè d'un terzo, e sovente anche di più, se vogliasi ottenere del ferro di qualità eccellente.

Il Sig. di Montbeillard Tenente Colonnello nel Reggimento Reale d'Artiglieria, es-

essendo stato per molti anni incaricato dell' ispezione delle manifatture d'armi a Charleville, Maubeuge, e Santo Stefano, ha voluto comunicarmi una Memoria da lui presentata al Ministro, nella quale tratta di questa maniera di fabbricar il ferro con vecchi ferramenti. A questo proposito dice con gran ragione „ che queste sferre che hanno molta „ superficie, e quelle che derivano da vec„ chj ferri, e dai chiodi di cavallo, o fram„ menti di piccoli cilindri, o quadrati torti, „ o di anelli, e fibbie, tutti pezzi, i quali „ siccome suppongono che il ferro adoperato „ a fabbricarli fosse flessibile, tenace, e ca„ pace d'essere piegato, disteso, o torto, „ devono essere trascelti, e ricercati per fab„ bricare le canne degli schioppi ". Ritrovansi in questa stessa Memoria del Sig. de Montbeillard eccellenti riflessioni sulla maniera di perfezionare le armi da fuoco, e di assicurarne la resistenza colla scelta del buon ferro, e colla maniera di trattarlo. L'Autore riferisce una buonissima sperienza (12), la qua-

(12) Prendasi una stanga di ferro lunga due in tre pollici, grossa due, in tre linee; si arroventisca, e colla penna del martello vi si faccia al lungo una scanalatura o cavità; pieghisi indi sopra se medesima per raddoppiarla e batterla: riempiasi poscia la scanalatura di queste scaglie; facciasi in sulle prime scaldar dolcemente, avvertendo di ribat-

quale prova ad evidenza, che i vecchi ferri ed anche le ſcaglie, e gli ſfogliamenti, i quali perchè ſtaccanſi dalla ſuperficie del ferro, da molti ſono creduti ſcorie, non laſciano però di unirſi inſieme il più intimamente ch' è poſſibile, e ſomminiſtrano per conſeguenza il ferro d' una qualità egualmente buona, e forſe migliore di qualunque altra. Nel tempo iſteſſo la ſua opinione s' accorda colla mia, ed oſſerva egli ſteſſo nel proſeguimento della ſua Memoria, che queſt' eccellente ferro non vuol eſſere adoperato ſolo, appunto per eſſere troppo perfetto; e di fatti un ferro, il quale appena uſcito dalla ferriera abbia tutta la perfezione ſua propria, non è buono ſe non da uſarſi tal quale è, o in opere, le quali eſigono ſoltanto un calor dolce: poichè il

batterne gli orli, perchè le ſcaglie non iſfuggano: battaſi poſcia la ſtanga come uſaſi col ferro prima di arroventirlo; indi riſcaldiſi fino all' incandeſcenza, e quaſi alla fuſione, e 'l pezzo ſi ſcalderà così bene, che rompendolo a freddo, non vi ſi ſcorgerà per entro coſa che indichi che la ſcaldatura non ſia ſtata compita e perfetta, e tutte le parti del ferro non ſianſi reciprocamente penetrate ſenza laſciare alcuno ſpazio voto. Queſta ſperienza da me fatta, e facile a ripeterſi, deve aſſicurarci che le ſcaglie, o che ſieno piatte, o in forma d' aghi, non ſono altro che ferro come la ſtanga colla quale s'incorporano, e formano una ſteſſa maſſa.

il riscaldarlo assai, e l'arroventirlo lo deteriora, siccome io ho sperimentato più volte in pezzi d'ogni grossezza. Il pezzo di ferro piccolo si altera un poco men del grosso, ma tutti due perdono la maggior parte del loro nervo subito dopo essere stati arroventiti la prima volta. Una seconda scaldata simile cambia e distrugge affatto il nervo, ed altera parimenti la qualità del grano, il quale da fino che era diventa grossolano, e lucido come quello del ferro più comune. Un terzo riscaldamento rende ancora più inferiori questi grani, e fa che per mezzo agl' interstizj di essi vegganfi alcune particelle nere di materia abbruciata. Finalmente continuando a scaldar questo ferro si giunge ad ottenere l'ultimo grado del suo scomponimento, e si riduce in una terra morta, la quale par che non contenga sostanza alcuna metallica, e di cui non si può fare uso alcuno. Ciò addiviene, perchè questa terra morta, non contenendo maggior quantità di ferro della scoria comune, che cavasi dal carbone de' vegetabili, non ha, siccome la maggior parte delle altre calci, la proprietà di revivificarsi per mezzo dell' applicazione delle materie combustibili, laddove le calci degli altri metalli si revivificano quasi interamente, o almeno in gran parte; ciocchè dimostra indubitatamente, che il ferro è una materia quasi del tutto combustibile.

Questo ferro che cavasi tanto da questa terra, o calce di ferro, quanto dalla scoria pro-

veniente dal carbone, m'è sembrato d'una qualità singolare, cioè moltissimo magnetico, ed assaissimo resistente alla fusione. In qualcheduna delle miniere ch' io ho fatte scavare, ritrovai certa piccola sabbia nera egualmente magnetica, non solubile, e quasi interamente non fusibile, la quale sabbia ferrugigna, e magnetica com' è, ritrovasi mescolata coi grani di miniera che non lo sono, e certamente da ben diversa cagione derivano. Il fuoco ha prodotto questa sabbia magnetica, e l'acqua i grani di miniera; e se accidentalmente ritrovansi mescolati, ciò è, perchè a caso abbruciati si saranno dei grandi ammassi di legna, o perchè fatti si saranno dei fornelli di carbone sopra certi terreni, che contengono miniere; e che questa sabbia ferrugigna (la quale non è altro, che lo sminuzzamento della scoria di ferro, cui l'acqua non giunge ad irruginire, nè a disciogliere) è penetrata unitamente all'acque in vicinanza agli strati delle miniere in grani, la profondità delle quali non è più che di due o tre piedi. Nella Memoria precedente abbiam veduto, che questa sabbia ferrugigna proveniente dalla scoria di ferro de' vegetabili, o anche dal ferro abbrucciato quanto può esserlo, sembra per tutt' i riguardi eguale a quella che trovasi nell' oro bianco.

Il ferro più perfetto è quello, che quasi senza grani è da per tutto d'un nervo grigio-cinericcio; il ferro di nervo nero è anch' es-

esso buonissimo, e forse al primo preferibile in tutti quegli usi ove faccia bisogno di scaldare questo metallo prima di adoprarlo; quello della terza qualità il quale è metà grano, e metà nervo è il più eccellente pel commercio, perchè puossi riscaldare due o tre volte senza che cangi natura. Il ferro senza nervo, ma a grani piccioli serve anch' esso a molti usi; ma quello senza nervo, e a grossi grani dovrebbe essere proscritto: eppure a gran danno e sventura della società, questo è cento volte più comune degli altri. Un uomo esercitato conosce tosto in un colpo d'occhio la buona o cattiva qualità del ferro; laddove quel che lo fanno adoperare per le loro navi, o per gli loro attrezzi, non se ne intendono, o non vi fanno caso, e pagano per buonissimo quel ferro che si rompe ad ogni piccolo peso, o che la ruggine in poco tempo distrugge.

Quanto più le scaldate troppo vive, e spinte fino alla roventezza deteriorano il ferro, altrettanto sembra che lo migliorino le dolci, per le quali esso non acquista che un rosso di ciriegia. Questo è il motivo, per cui i ferri destinati ad essere tagliati o battuti non esigono nel fabbricarli tanta circospezione, quanta i *ferri mercantili*, i quali devono essere perfetti. Il ferro per filiera, che costituisce una classe distinta, non è mai troppo puro, poichè, se contenesse delle particelle eterogenee, diverrebbe fragilissimo nell' ultime trafile. Non havvi quindi altro mez-

zo.

zo di depurarlo, se non quello di farlo bene arroventire per la prima volta, indi con non minor forza che cautela sottoporlo al martello, e poscia nuovamente riscaldarlo fino alla roventezza per finire di depurarlo sotto al martello, allungandolo per farne verga intagliata: I ferri però destinati ad essere nuovamente fessi, per formarne verga ordinaria, ferri piatti, linguette per lastre, ed in breve tutt' i ferri che passar devono sotto i cilindri, non richiedono lo stesso grado di perfezione, poichè si perfezionano alla fornace ove si tagliano, nella quale non adoprandosi che legna, tutti questi ferri non ricevono più che un calore di secondo grado, cioè d' un rosso, color di fuoco bastante ad ammollirli, per modo che possansi stiacciare, e distendere sotto i cilindri, e quindi cedere al taglio. Contuttociò se vuolsi ottenere una verga molto dolce, come quella ch' è necessaria per li chiodi da maniscalco; se vogliansi de' ferri stiacciati che abbiano molto nervo, com' esser debbono quelli che adoperansi per le ruote, e principalmente i cerchi che fannosi d' un sol pezzo, per li quali abbisogna almeno un terzo di nervo; in tal caso i ferri che mandansi a tagliare, debbono essere di buona qualità, cioè debbon aver almeno un terzo di nervo; imperciocchè io ho osservato, che, quantunque il fuoco dolce della fornace, e la forte compressione de' cilindri rendano veramente il grano del ferro alquanto più fino, e comunichino del nervo a

quel-

quello che non aveva se non un granito finissimo, non cangiano però in nervo il grosso grano de' ferri comuni; di maniera tale, che col ferro cattivo a grossi grani si potrà fare benissimo o verghe, o ferri piatti, i grani dei quali saranno men grossi, ma saranno ancora troppo fragili per valersene agli usi or ora accennati.

Nè la cosa va diversamente riguardo alla latta. Per farla dovrebbesi adoperare ferro di ottima qualità; e pur troppo abbiamo a dolerci che si faccia tutto il contrario. Tutte le nostre latte, che fabbricansi in Francia sono fatte col ferro comune; e quindi nel piegarle si rompono, e in poco tempo abbruciano o marciscono; laddove la latta che si fa con buon ferro nervoso, come quella di Svezia, o d'Inghilterra, si torcerà cento volte senza rompersi, e durerà forse venti volte più delle altre. Di questa che d'ogni grandezza e grossezza si fa alle mie ferriere, se ne adoprá a Parigi per le casserole, e per gli altri utensilj di cucina che stagnansi, e con ragione preferisconsi alle casserole di rame. Con questa medesima latta si è anche fatto un gran numero di padelle, di canali, di tubi, ed ho dopo quattro anni mille volte sperimentato che questa, come ho detto or' ora, può resistere tanto al fuoco, come all'aria molto più delle latte comuni; ma siccome essa è alquanto più cara, tanto minore ne è lo smercio, e non viene ricercata, se non per certi usi particolari, ai quali non

po-

potrebbono fervire le altre latte. Chiunque foffe pratico, come io lo fono, del commercio de' ferri, direbbe che in Francia s'è fatto patto generale di fervirfi folamente di quanto v'ha di più cattivo in queflo genere.

Con del ferro nervofo potraffi fempre ottenere latta eccellente, facendo paffare fotto i cilindri della *fenderia* (13) il ferro in lamine. Peffimo fi è il coftume di quei che appianano col martello quefte lamine dopo d'averle fatte fcaldare al carbone: il fuoco di carbone follecitato per mezzo dei mantici guafta il ferro di quefte lamine, dove quello del forno della fenderia non fa che perfezionarlo; e ficcome altronde è più della metà men difpendiofo il far le lamine a cilindro, che a martello, l'intereffe s'accorda colla teoria dell' arte. L'ignoranza fola può mantenere queft' ufo, il quale tuttavia è il più generale, poichè di tutte le latte che fabbricanfi in Francia, ve n'ha più di tre quarti, le cui lamine fono ftate fatte a martello. Ma mi dirà taluno, che non fi può fare altrimenti, perchè tutte le ferriere non hanno vicina una fenderia, e de' cilindri montati: lo confeffo, ed è appunto ciò di cui io mi dolgo. Si fa male a permettere quefti piccoli ftabilimenti particolari, i quali non fuffiftono, fe non comperando nelle groffe ferriere i ferri di più buon mercato, cioè tut-

(13) Fenderia, luogo dove fi fende il ferro di lamiera, e fe ne fan delle verghe.

tutt' i più mediocri, per fabbricarli poi in latta, ed in piccoli ferri della qualità più cattiva.

Il cattivo ferro con cui si fabbricano i ferri d'aratro, altro oggetto assai importante, è incredibile quanto danno porti ai lavoratori: dannosi a questi dei ferri che rompendosi al minimo sforzo essi sono obbligati di rinnovare quasi tanto spesso quanto le loro colture. Si fa loro pagar ben caro il cattivo acciaio, con cui armano la punta di questi ferri ancor più cattivi, e in capo ad un anno, e sovente anche in meno di tempo il tutto è rovinato; laddove adoperando per questi ferri d'aratro, come per la latta, il ferro migliore, è il più nervoso, si potrebbe assicurarne l'uso per vent'anni, ed anche tralasciare di accialarne la punta; imperciocchè avendo io fatto fare parecchie centinaia di questi ferri d'aratro, ne ho fatti provare alcuni senza acciaio, e si sono ritrovati di qualità assai ferma per resistere al lavoro. Feci la stessa sperienza sopra un gran numero di zappe: la cattiva qualità de' nostri ferri ha reso generale presso i ferrai l'uso di mettere l'acciaio a questi stromenti di campagna, che non ne avrebbero bisogno, se fossero fabbricati di buon ferro con lamine passate sotto i cilindri.

Accordo che vi siano certi usi per li quali si potrebbe fabbricare del ferro crudo, ma bisogna altresì ch'esso non sia a grani troppo grossi, nè troppo fragile: i chiodi per li pic-

piccioli panconi, le bullettine, e gli altri piccoli chiodi pieganſi quando ſono fatti d' un ferro troppo dolce; ma, ſe ſi eccettui queſt' uſo, cui ſi avrà ſempre ſoverchio penſiero di ſoddisfare, io non vedo che debbaſi uſare ferro crudo. Che ſe in una buona manifattura ſe ne voglia fare una certa quantità, niente v' ha di più facile, perciocchè non abbiſogna che di accreſcere una miſura, o una miſura e mezzo di miniera al fornello, e mettere a parte le ferracce che ſe ne otterranno, nel qual caſo la fuſione ſarà men buona, e più bianca. Si faranno battere e ſcaldare ſeparatamente, non riſcaldandole che due volte per ciaſcuna lamina, e ſi otterrà del ferro crudo, il quale taglieraſſi più facilmente dell' altro, e ſomminiſtrerà della verga fragile.

Il ferro migliore, cioè quello che ha il maggior nervo, e per conſeguenza la maggiore tenacità, può ſenza romperſi ſoſtener cento, e ducento colpi di mazza: quindi, ſiccome biſogna ſpezzarlo per tutti gli uſi della fenderia, e della batteria (locchè richiederebbe molto tempo anche ſervendoſi della ciſoia d' acciaio) egli è meglio far tagliare ſotto il martello della ferriera le ſtanghe ancora calde a metà della loro groſſezza, il che non impediſce al martellatore di terminarle, e riſparmia molto tempo al tagliatore, ed all' appianatore. Tutto il ferro ch' io faccio rompere a freddo, ed a forza di colpi di mazza, ſi ſcalda tanto più, quan-

to più fortemente, e più spesso è battuto; nè solo si scalda a segno d' abbruciare vivissimamente, ma eziandio diventa magnetico, come se fosse stato stropicciato su d'una buonissima calamita. Assicurato da molte successive osservazioni della costanza d'un tal effetto, e volendo vedere se ancor senza batterlo avessi potuto comunicare al ferro la virtù magnetica, ho fatto prendere una verga grossa tre linee del mio ferro che conoscevo più tenace dall' essere difficilissimo a rompere, ed avendolo fatto piegare, e ripiegare sette ò otto volte in fila dalle mani d' un uomo forte senza poterla rompere, ritrovai il ferro caldissimo al sito in cui era stato piegato, e dotato nel tempo stesso di tutta la virtù magnetica propria d' una mazza ben calamitata. Avrò in appresso occasione di rimontare a quest' istesso fenomeno per la strettissima relazione che ha colla teoria del magnetismo, e dell' elettricità, e ch' io accenno quì solo per dimostrare, che quanto più tenace è una materia, cioè quanto maggior forza è necessaria per dividerla, tanto più atta ritrovasi a produrre il calore, e tutti gli effetti che possono dal medesimo dipendere, e provare nel tempo istesso che la semplice pressione producendo il soffregamento delle parti interiori, equivale all' effetto della percussione più violenta.

Si salda ogni giorno il ferro unendovi, o sopramettendovi altro ferro; acciocchè poi non si trovi più debole nei siti delle saldatu-

ture, è necessaria la maggiore cautela: imperciocchè per riunire, e saldare i due capi d'una stanga, si scaldano fino alla più viva roventezza, e il ferro non arriva a questo stato di quasi fusione senza perdere tutta la sua tenacità, e per conseguenza tutto il suo nervo, ch' esso non può racquistare in tutta la parte saldata se non per mezzo de' martelli, di cui due o tre operai facciano succedere i colpi più prontamente ch' è possibile; ma questa percussione è debolissima, ed anche lenta in confronto del martello di ferriere, o a mulino; quindi il sito saldato, quantunque di buona qualità, avrà sempre poco nervo, e bene spesso non ne avrà affatto, se non si sarà colto l' istante, in cui i due pezzi sono egualmente caldi, e se il moto del martello non sarà stato pronto, e forte quanto basti ad unirli bene; onde, quando si abbia da saldare pezzi di qualche importanza, sarà bene valersi de' più pronti martelli a mulino. La saldatura nelle canne dell' armi a fuoco è una delle cose più importanti, ed il Sig. de Montbeillard nella Memoria citata più sopra ci dà dei buoni lumi, ed anche delle sperienze decisive sopra quest' oggetto. Io convengo con lui che, siccome per saldare la canna in tutta la sua lunghezza è necessario arroventire più volte la lamina, non bisogna servirsi del ferro che sia all' ultimo grado di sua perfezione; imperocchè le frequenti scaldature non potrebbero che deteriorarlo; ma che bisogna

all' oppoſto ſcegliere il ferro, il quale non eſſendo ancor tanto puro quanto può eſſerlo, acquiſterà anzi che perdere in qualità per queſte nuove ſcaldature. Queſt' articolo ſolo eſigerebbe ún gran lavoro fatto e diretto da un uomo illuminató come il Sig. di Montbeillard, maſſime in un oggetto di tanto intereſſe per la vita degli uomini, e per la gloria dello Stato, che merita la maggior attenzione.

Il ferro viene ſcompoſto dall' umidità come dal fuoco; eſſo attrae l' umido dell'aria, ne è penetrato, s' irruginiſce, cioè ſi cangia in una ſpecie di terra friabile, e ſenza coeſione. I ferri di cattiva qualità, o mal fabbricati ſoggiacciono in pochiſſimo tempo a ſiffatta converſione; e quei di buona qualità, le cui ſuperficie ſono liſce, o levigate reggono più lungamente; tutti però ſon ſoggetti a queſto genere di malore, che dalla ſuperficie ſi fa ſtrada aſſai prontamente all' interiore, e diſtrugge col tempo il corpo intero del ferro. Nell' acqua conſervaſi aſſai meglio che all' aria; e quantunque noi ci accorgiamo della ſua alterazione dal color nero, che prende dopo avervi dimoraot a lungo, la natura però non ſe ne muta a ſegno da non poter eſſere lavorato; laddove quello ch' è ſtato eſpoſto all' aria per qualche ſecolo, e che gli operai, dal penſare che la luna lo mangi, chiamano *ferro lunato*, non può eſſere lavorato, nè adoperato ad alcun uſo purchè non ſi ravvivi come le ferrug-

ruggini e'l croco di marte, operazione, la quale comunemente costa più che non vale il ferro. La differenza di due scomponimenti del ferro si è, che in quello prodotto dal fuoco, la maggior parte del ferro si brucia, ed esala in vapori come le altre materie combustibili, nè altro rimane fuorchè una schiuma di ferro, la quale contiene, come quella dei legni, una piccola quantità di materia amica moltissimo della calamita, ch'è vero ferro, ma a mio parere d'una natura singolare, e simile come ho detto alla sabbia ferrugigna, che trovasi nell'oro bianco in sì gran quantità. Lo scomponimento per mezzo dell'umidità non diminuisce, quanto la combustione, la massa del ferro, ne altera però tutte le parti a segno di farle perdere la virtù magnetica, la coesione, e'l color metallico. Di questa ruggine, o terra di ferro sono in gran parte composte le miniere in grani: l'acqua dopo di aver attenuate queste particelle di ferruggine, e ridottele in molecole insensibili le trasporta, e le depone per feltrazione nel seno della terra, ove da una specie di cristallizzazione dipendente come tutte le altre della mutua attrazione delle molecole analoghe, vengono unite in grani; e siccome questa ruggine di ferro era priva della virtù magnetica, non è da maravigliarsi che le miniere in grani che da essa derivano, ne sian prive egualmente. Questo parmi che dimostri in maniera assai chiara, che il magnetismo sup-

D 3 po-

pone l'azione precedente del fuoco; che essa è una qualità particolare che il fuoco comunica, e l'umidità dell'aria toglie al ferro, che scompone.

Se pongasi in un vaso una gran quantità di limatura di ferro puro non per anco irruginito, e coprasi d'acqua: scorgerassi lasciandola seccare, che la limatura col solo intermezzo dell'acqua si riunisce fino a formare una massa di ferro soda a segno da non potersi rompere che a colpi di mazza: non è dunque precisamente l'acqua che scompone il ferro, e produce la ruggine, ma piuttosto i sali, e i vapori sulfurei dell'aria; perciocchè sappiamo che il ferro viene facilissimamente disciolto dagli acidi, e dal zolfo. Presentando una verga di ferro assai rovente ad un ammasso di zolfo, il ferro si liquefà tosto, e ricevendolo nell' acqua ottengonsi delle granaglie, che non son più ferro, e neppur fusione; poichè io ho provato che non potevansi più riunire al fuoco per lavorarle, e ch' esse non erano più che una materia da non potersi paragonare se non alla pirite marziale, in cui il ferro sembra essere egualmente scomposto dal zolfo. Quindi non per altra ragione io credo, che quasi dappertutto alla superficie della terra, e sotto i primi strati esteriori ritrovisi una molto gran quantità di queste piriti, il grano delle quali rassomiglia a quello del cattivo ferro, di cui però ne contengono una quantità piccolissima mescolata con molto acido vitriolico, e più o meno di zolfo.

ME-

MEMORIA QUINTA.

Esperienze sugli effetti del calore oscuro.

PEr ben riconoscere gli effetti del calore oscuro, cioè del calore privo per quanto è possibile di luce, di fiamma, e di fuoco libero, io ho fatto in grande alcune sperienze, i cui risultati mi son sembrati interessantissimi.

PRIMA SPERIENZA.

Verso la fine d'Agosto del 1772. incominciammo a metter delle brace ardenti nel crogiuolo del gran fornello, che adoprasi per fondere la miniera di ferro per ridurla in ferraccia, e queste brace avevan terminato di asciugare le intonacature ch' erano fatte d' argilla mescolata con egual porzione di sabbia vetrificibile. Il fornello aveva 23 piedi d' altezza. Per la bocca (così chiamasi l' apertura superiore del fornello) s' introdussero i carboni accesi che cavavansi dai piccoli forni d' esperienze; e di questi successivamente se ne introdusse una quantità assai grande per riempiere il basso del fornello fino al tino (così chiamasi il luogo della maggior capacità del fornello) il quale in questo arrivava a 7 piedi, e 2 pollici d' altezza perpendicolare dal fondo del crogiuolo. Con questo mezzo s' incominciò a comunicare al fornello un calor moderato, il qua-

le non si palesò nella parte più alta del medesimo.

Ai 10 di Settembre per l'apertura del crogiuolo si levarono tutte queste brace ridotte in cenere, e votatolo perfettamente vi si posero alcuni carboni ardenti, ed altri carboni al di sopra fino alla quantità di 600 libbre di peso; se gli poscia lasciò prender fuoco, e il giorno dopo 11 Settembre si finì di colmare il fornello con 4800 libbre di carbone, onde venne a contenerne in tutto 5400 libbre portatevi in cento trentacinque ceste di quaranta libbre l'una, oltre la tara.

Lascioſſi in tutto questo tempo aperta l'entrata del crogiuolo, e ben chiusa quella del bucolare, affine d'impedire che il fuoco si comunicasse ai mantici. Il primo effetto del gran calore prodotto dalla lunga dimora delle brace ardenti, e da questo primo abbruciamento di carbone si scoprì da una piccola fenditura che si fece nella pietra del fondo all'entrata del crogiuolo, e da un'altra fenditura nella pietra dai Francesi detta, *tympe* (14). Contuttociò il carbone ch'era molto acceso abbasso, non era tale, che ad una piccolissima altezza, e fino al giorno 12 Settembre alle sei ore di sera il fornello non mandava che pochissimo fumo all'apertura superiore, perciocchè questa, siccome ancora

(14) L'uso di essa veggasi al titolo *Tympe* nell'Indice delle materie posto al fine di questo Volume.

ra l'apertura del crogiuolo non era chiusa.

Alle nove ore della sera dello stesso giorno la fiamma arrivò fino al di sopra del fornello, ed essendo in poco tempo divenuta vivissima, alle dieci ore della sera si turò l'apertura del crogiuolo. La fiamma sebbene scemata da questa soppressione della corrente dell'aria, tuttavia durante la notte, e 'l giorno seguente si mantenne, per modo che al giorno appresso 13 Settembre verso le quattro ore di sera, il carbone erasi diminuito un poco più di quattro piedi. A quest'ora medesima si empiè di nuovo questo voto con undici ceste di carbone del peso tutt'insieme di 440 libbre; quindi il fornello fu caricato in tutto di 5840 libbre di carbone.

Si otturò poi l'apertura superiore del fornello con un largo coperchio di forte latta intonacato all'intorno di ghiaja e sabbia mescolata con polvere di carbone, e carico all'altezza d'un piede di questa polvere di carbone bagnata. Mentre chiudevasi si osservò che la fiamma non lasciava di farsi sentire assai fortemente nell'interior del fornello; ma in meno d'un minuto la fiamma cessò di risuonare, e non si sentì più alcun rumore, nè mormorio, talchè si sarebbe potuto pensare, che tolta alla cavità del fornello la comunicazione dell'aria, il fuoco vi si fosse spento interamente.

Chiuso così per ogni dove tanto superiormente, quanto inferiormente il fornello si

ne rinchiuso, e privo d' aria libera per lo spazio di quindici giorni, si ritrovò abbassato di 14 piedi, e 5 pollici d' altezza, talmente che era vota tutta la parte superiore del fornello quasi fino al tino.

Osservando poscia la superficie di questo carbone, ch' era prima assolutamente nero, e senza fiamma, vi scorsi una piccola fiamma allora allora nascente, la quale in meno d' un ora da azzurra divenne rossa nel centro, e si sollevò quasi 2 piedi al di sopra del carbone.

Un' ora dopo avere sturata la bocca, feci aprire l' entrata del crogiuolo, e la prima cosa che mi si presentò a questo aprimento non fu fuoco come sarebbesi potuto supporre, ma scorie derivanti dal carbone, simili ad una leggiera schiuma di ferro; questa schiuma eravi in quantità assai grande, ed occupava tutto l' interno del crogiuolo dalla *tymne* fino alla così detta *rustine* (15), ma il più singolare si è, che, quantunque essa non fosse stata prodotta se non da un gran calore, aveva però trattenuto questo stesso calore più che il crogiuolo, per modo che le parti di essa che trovavansi al fondo, non eran, per così dire, che tiepide; e ciò non ostante s' erano attaccate al fondo, ed alle pareti del crogiuolo, e ne avevano ridotte in calce qualche porzione fino alla profondi-

 tà

(15) Vedi nel fine di questo Tomo l'Indice delle materie al titolo *rustine*.

tà di più di tre o quattro pollici.

Feci cavar fuori e mettere da parte questa schiuma di ferro per esaminarla, e si cavò anche la calce dal crogiuolo, e dalle parti vicine ad esso, ch' era in quantità assai grande. Questa calcinazione fatta per mezzo del detto fuoco senza fiamma, mi parve derivare in parte dall' azione di queste scorie del carbone; e credei che questo fuoco sordo e senza fiamma fosse troppo secco; e credo altresì che, se io avessi col carbone mescolata qualche porzione di scoria o di terra vetriscibile, questa avrebbe servito d'alimento al calore, ed avrebbe somministrato delle materie fondenti, le quali avrebbero preservato dalla calcinazione la superficie dell'edifizio del fornello.

Che che ne sia però, da questa sperienza risulta che il calor solo, cioè il calore oscuro, rinchiuso, e privato d'aria quanto è possibile, produce col tempo effetti simili a quei del fuoco più attivo, e più luminoso. Noi sappiamo ch' esser deve violento per calcinare la pietra; ed io fra tutte le pietre calcaree, la meno calcinabile, cioè la più resistente al fuoco, scelto aveva per la costruzione dell' opera, e del camino del mio fornello: per altro tutte queste pietre erano state tagliate, e collocate con accorgimento, poichè i più piccoli pezzi erano d' un piede di grossezza, d' un piede e mezzo di larghezza sopra tre e quattro piedi di lunghezza, volume, in cui la pietra è molto più diffi-

cile a calcinarsi di quel che sia quando è ridotta in rottami. Eppure questo solo calore ha non solamente calcinate queste pietre alla profondità quasi d' un mezzo piede, ma eziandio abbruciate le intonacature fatte d' argilla, e di sabbia senza fonderle come io avrei anzi voluto; imperocchè allora le commessure della costruzione del fornello si sarebbero conservate piene, laddove il calore seguendo la direzione di questa commessura ha ancora calcinate le pietre massime nei lati delle medesime. Perchè meglio però s'intendano gli effetti di questo calore oscuro, e concentrato, debbo osservare. 1. Che essendo il massiccio del fornello grosso 18 piedi da due lati, e 24 da due altri lati; e la cavità in cui era contenuto il carbone, non essendo nella sua maggior larghezza che di *6* piedi, i muri compiti che circondano questa cavità avevano *9* piedi di grossezza di fabbrica a calce e sabbia nelle parti meno grosse; che per conseguenza non si può supporre che l' aria passasse a traverso questi muri di *9* piedi. 2. Che questa cavità, la quale conteneva il carbone, essendo stata turata abbasso al sito del colatoio con calcestruzzo d' argilla mescolata di sabbia all' altezza d' un piede, ed al bucolare, la cui apertura non è più che di alcuni pollici, con questo stesso calcestruzzo che serve per tutte le chiuse, non è da presumersi, che per queste due aperture possa essere entrata aria. 3. Che la bocca del fornello, essendo anch' essa stata chiu-

chiusa con una piastra di forte latta intonacata, e coperta anch' essa collo stesso cemento quasi alla grossezza di sei pollici e circondata, e coperta di polvere di carbone mescolata a questo stesso cemento all' altezza di sei altri pollici, da quest' ultima apertura veniva proibito l' accesso all' aria. Noi possiamo quindi assicurarci che non vi fosse aria circolante in tutta questa cavità, la capacità della quale era di 330 piedi cubici, e che avendola empita di 5400 libbre di carbone, il fuoco soffocato in questa cavità non ha potuto essere nutrito che della piccola quantità d' aria contenuta negli spazj, che lasciano i pezzi di carbone sovrapposti; e siccome questa materia posta l' una sopra l' altra lascia de' grandissimi voti, supponendone metà, o anche tre quarti, in questa cavità non vi aveva che 165, o tutt' al più 248 piedi cubici d' aria. Ora il fuoco del fornello ravvivato da' mantici consuma questa quantità d' aria in meno d' un mezzo minuto, eppure sembrerebbe che avesse potuto per lo spazio di quindici giorni mantenere il calore, ed anche accrescerlo quasi egualmente che il fuoco libero, poichè ha prodotta la calcinazione delle pietre alla profondità di quattro pollici nel fondo, ed a quella di più di due piedi nel mezzo, e in tutta l' estensione del fornello, come si dirà fra poco. E siccome ciò mi pareva assai difficile ad intendersi; ho sul bel principio pensato che alli 248 piedi cubici d' aria contenuti nella cavità del for-

nel-

nello, aggiunger si dovesse tutto il vapore dell' umidità de' muri, che il concentrato calore avrà certamente attratta, e di cui non è possibile di fare un giusto calcolo. Quei sono i soli alimenti che o in qualità d'aria, o in quella di vapori acquosi questo grandissimo calore ha consumati in quindici giorni; imperciocchè nell' abbruciamento del carbone poco o niente d' aria sprigasi, quantunque dal legno di quercia ben secco se ne sviluppi più d' un terzo del peso totale (16). Quest' aria fissa contenuta nel legno ne viene scacciata dalla prima operazione del fuoco che la converte in carbone, e se pur ve ne rimane, essa è in quantità così piccola che non può risguardarsi come il supplemento dell' aria, che mancava quì per mantenere il fuoco. Quindi questo calore grandissimo che crebbe a segno di calcinare profondamente le pietre è stato mantenuto da soli 248 piedi cubici d' aria, e da' vapori dell' umidità dei muri; il prodotto successivo della quale umidità, quand' anche si supponesse cento volte più considerevole del volume dell' aria contenuta nel fornello, verrebbe sempre a formare soltanto 24800 piedi cubici di vapori atti a mantenere l' abbruciamento; quantità che il fuoco libero, ed animato da' mantici consumerebbe in meno di 30 minuti, laddove il calor sordo non la consuma

che

(16) Hales, Statica de' vegetabili, *pag.* 152.

che in quindici giorni.

Egli è inoltre necessario d' osservare che lo stesso fuoco libero, e sollecitato avrebbe consumato in 11 o 12 ore le 3600 libbre di carbone, che il calor oscuro non ha consumate in quindici giorni: esso non ha dunque avuto che la trentesima parte dell' alimento del fuoco libero, poichè ha impiegato trenta volte egual tempo pel consumo della materia combustibile, ed eziandio circa settecento venti volte meno d' aria, o di vapori per questa combustione. Ciò non per tanto gli effetti di questo calore oscuro sono stati gli stessi di quelli del fuoco libero perciocchè quindici giorni di fuoco violento, e ravvivato sarebbero stati necessarj per calcinare le pietre al medesimo grado che le ha calcinate il calor solo; ciò che ci dimostra da una parte l' immensa perdita di calore che si fa quando esala coi vapori della fiamma, e dall' altra parte i grandi effetti che noi potremmo aspettarci concentrandolo, o, per meglio dire, imprigionandolo, e trattenendolo. Imperciocchè avendo questo calore trattenuto, e concentrato prodotti i medesimi effetti del fuoco libero e violento con trenta volte meno di materia combustibile, e settecento venti volte meno d' aria, ed essendo supposto in ragione composta di questi due elementi: devesi conchiudere che nei nostri gran fornelli per fondere le miniere di ferro disperdasi vent' un mila volte più di calore che non s' applica o alla miniera, o alle

alle pareti del fornello; di maniera che immaginerebbesi che i fornelli di riverbero, ne' quali il calore resta più concentrato dovessero produrre il fuoco più potente. Eppure io ne ho la prova in contrario dall'aver osservato, che col fuoco di riverbero della vetreria di Rovelles in Borgogna le nostre miniere di ferro non s'erano tampoco agglutinate, laddove fondonsi in meno di 12 ore al fuoco de' miei fornelli a mantici: questa differenza appartiene al principio ch' io ho dato, cioè che il fuoco o per la sua velocità, o pel suo volume produce effetti del tutto diversi su certe sostanze, come la miniera di ferro; ed all' opposto può produrne de' somiglianti sopra di altre sostanze come sulla pietra calcarea. La fusione in generale è una pronta operazione che deve avere maggior rapporto colla celerità del fuoco, che non la calcinazione, la quale è sempre lenta; e deve in molti casi avere maggior rapporto col volume del fuoco, o colla lunga sua dimora, che non colla sua celerità. Vedrassi coll' esperienza seguente che questo stesso calore trattenuto, e concentrato non fa alcun effetto sulla miniera di ferro.

Seconda Sperienza.

Dopo aver fuso certa miniera di ferro per lo spazio di circa quattro mesi, feci liquefare le ultime ferracce in quel medesimo fornello di 23 piedi d' altezza, riempiendolo sem-

sempre con carbone, ma senza miniera, affine di trarne tutta la materia fusa. Quando m' assicurai che più non ve ne restava, feci sospendere l' azione de' mantici, e turare esattamente l' apertura del bucolare, e quella del colatoio, che si murò con mattoni e calcestruzzo d'argilla mescolata con sabbia. Feci poscia portare sul carbone tanta miniera, quanta entrar ne poteva nel voto esistente al di sopra del fornello; ed in questa prima volta ve ne vollero ventisette misure di 60 libbre cioè 1600 libbre per uguagliare il livello della bocca superiore del fornello. Dopo di ciò feci chiudere l' apertura con una egual piastra di forte latta, e con calcestruzzo d' argilla, e sabbia, ed eziandio con una gran quantità di polvere di carbone. E' facile quindi l' immaginarsi qual' immenso calore io rinchiudessi così nel fornello, poichè tutto il carbone dall' alto al basso era infuocato, quando io tolsi l' azione dell' aria; tutte le pietre delle pareti erano rosseggianti pel fuoco, che già da quattro mesi penetrate le aveva; e tutto questo calore non poteva esalare se non per mezzo di due piccole fenditure che fatte si erano nel muro, e che io per togliere anche queste uscite, feci riempiere di buon calcestruzzo. Fatta aprire dopo tre giorni la bocca superiore, vidi non senza sorpresa, che malgrado quest' immenso calore rinchiuso nel fornello, il carbone acceso, quantunque compresso dalla miniera, e caricato di 1620 libbre, non erasi in tre

gior-

giorni, ossia in 72 ore abbassato più che 16 pollici. Feci immediatamente riempiere questi 16 pollici di voto con 25 misure di miniera, del peso tutt' insieme di 1500 libbre, ed avendo dopo tre giorni fatta sturare questa stessa apertura della bocca superiore del fornello, trovai il medesimo voto di 16 pollici, e per conseguenza la stessa diminuzione, ovvero lo stesso abbassamento del carbone; lo feci di nuovo riempiere con 1500 di miniera, e quindi se n' erano già poste 4620 libbre sul carbone, ch' era tutto infuocato fin dacchè erasi incominciato a chiudere il fornello. Sei giorni dopo avendo per la terza volta fatto sturare la bocca superiore, ritrovai che in questo spazio di tempo il carbone erasi abbassato di soli 20 pollici, i quali furono riempiti con 1860 libbre di miniera. E finalmente da lì a nove giorni apertasi per la quarta volta, trovai che in questi nove ultimi giorni il carbone non erasi abbassato che 21 pollici, ai quali supplii con 1920 libbre di miniera, sicchè il fornello veniva a contenerne in tutto 8400 libbre. Chiusesi di nuovo la bocca superiore del fornello colle medesime cautele; il giorno appresso, cioè ventidue giorni dopo averla turata per la prima volta feci rompere la piccola muraglia di mattoni che chiudeva l'apertura dello scolatoio, lasciando sempre chiusa quella della bocca superiore, affine d' impedire la corrente dell' aria, la quale avrebbe potuto infiammare il carbone. La prima cosa che

si

si cavò dall'apertura dello scolatoio furono alcuni pezzi ridotti in calce nella costruzione del fornello; vi si trovarono eziandio alcuni piccoli pezzi di schiuma di ferro, ed alcuni altri di fusione imperfetta, ed in circa una libbra e mezza di buonissimo ferro che formato si era per coagulazione. Si cavò quasi una carretta di tutte queste materie, fralle quali eranvi alcuni pezzi di miniera abbruciata, e quasi ridotta in cattiva scoria: questa miniera abbruciata derivava non già da quella ch' io avevo fatto porre sui carboni dopo aver sospesa l' azione dell' aria, ma da quella ch'eravi stata gittata sopra verso la fine della fusione, ch' erasi attaccata alle pareti del fornello, e poscia sen' era caduta nel crogiuolo colle parti di pietre calcinate, alle quali scorgevasi unita.

Cavate che furono queste materie, si fè cadere anche il carbone: il primo che comparve era appena rosso, ma divenne rossissimo tosto che fu esposto all' aria, quantunque non si perdesse un momento a cavarlo, e spegnerlo nel tempo istesso con gittarvi sopra dell' acqua. Chiusa essendo esattamente la bocca superiore, il carbone, come anche tutta la miniera di cui l' avevo fatto caricare si cavò fuori per l' apertura del colatoio. La quantità di questo carbone tratto dal fornello arrivava a cento quindici sporte; talchè nello spazio di questi ventidue giorni di calor cotanto violento pareva che consunte non se ne fossero che diciassette sporte; perciocchè

ciocchè tutta la capacità del fornello non ne conteneva più che cento trentacinque, dalle quali, siccome quando si chiuse il fornello, eranvi sedici pollici e mezzo di voto, bisogna dedurne due sporte, che sarebbero state necessarie a riempiere tutto il vacuo sudetto.

Sopraffatto da questo piccolissimo consumo di carbone prodotto in ventidue giorni dall' azione del calore più violento che siasi concentrato giammai; osservai più da vicino questi carboni, e vidi che quantunque essi perduto avessero tanto poco del loro volume, molto perduto avevano della loro massa; e che, quantunque l' acqua colla quale erano stati spenti, reso avesse loro porzione del peso, eran tuttavia quasi un terzo più leggieri di quel che fossero, quando furon gettati nel fornello. Contuttociò avendoli fatti trasportare alle piccole fucine de' martinetti, e della batteria, trovaronsi ancora atti ad arroventire le piccole stanghe di ferro, che sottopongonsi a questi martelli.

Nel tempo che cavavasi il carbone, si cavò anche la miniera, e si ebbe l' attenzione di separarla, e metterla a parte. Il violentissimo calore, a cui era per sì lungo tempo stata esposta, non l' aveva fusa, nè abbruciata, nè tampoco unita insieme; i grani erano soltanto divenuti più lisci, e più lucidi; la sabbia vetrificibile, e le piccole selci delle quali era frammischiata, non s'eran fuse; e mi parve ch' essa perduta non avesse se non l' umidità che conteneva da

prima, perciocchè non si era scemata che d' un quinto di peso, ed incirca d' un ventesimo in volume; e quest' ultima quantità di diminuzione erasi osservata eziandio nel carbone.

Da questa sperienza risulta: 1. Che il calore il più violento, e 'l più concentrato per lunghissimo tempo, non giunge senza il soccorso, e rinnovamento dell' aria a fondere la miniera di ferro, e neppure la sabbia vetrificibile: laddove un calore della medesima specie, e molto minore può calcinare tutte le materie calcaree. 2. Che il carbone penetrato dal calore, o dal fuoco incomincia a perdere della sua massa molto tempo prima di scemare in volume, e che prima di tutto perde le parti più combustibili che contiene. Imperciocchè paragonando questa seconda sperienza colla prima, come può egli addivenire che la stessa quantità di carbone venga da un calore molto mediocre consumata più prontamente, che non da uno violentissimo quant' esser può, mentre amendue sono egualmente privi d' aria, egualmente rattenuti, e concentrati nel medesimo vase chiuso? Nella prima sperienza, il carbone che in una cavità quasi fredda non aveva provato che la leggiera impressione d' un fuoco, il quale era stato soffocato nel momento medesimo ch' era comparsa la fiamma, tuttavia erasi scemato di due terzi in quindici giorni; laddove il medesimo carbone infuocato quanto può esserlo dall' azione de' mantici, e dal rice-

ricevere l'immenso calore delle pietre roventi che lo circondavano, in ventidue giorni non si è diminuito d'un sesto. Questo non potrebbe spiegarsi se non si riflettesse che nel primo caso il carbone aveva tutta la sua densità, e conteneva tutte le sue parti combustibili; laddove nel secondo caso, essendo esso nello stato della più forte incandescenza, tutte le sue parti più combustibili erano già abbruciate. Nella prima sperienza il calore prima assai mediocre andava sempre crescendo a misura che la combustione aumentava, e si propagava vieppiù nella massa intera del carbone; e nella seconda sperienza il calore eccessivo andava diminuendo a misura che il carbone terminando di abbruciare non poteva più somministrare il calore di prima, perciocchè la sua combustione al tempo che fu rinchiuso, era già molto inoltrata, e questa è la vera cagione della differenza degli effetti. Il carbone nella prima sperienza contenendo tutte le sue parti combustibili, abbruciava meglio, e consumavasi più prontamente di quello della seconda sperienza, il quale privato quasi del tutto di materia combustibile non poteva accrescere il suo fuoco, e nè anche trattenerlo allo stesso grado se non pel riverbero di quello dei muri del fornello; e per questa sola ragione la combustione andava sempre scemando, ed alla fine divenne molto minore e più lenta dell'altra, la quale andava sempre crescendo, e si fece in minor tempo.

po. Tosto che venga tolto interamente l'accesso all'aria, e le materie rinchiuse non ne contengan che poco o niente nella loro sostanza, per violento che sia il calore, non si consumeranno; ma se negl' interstizj della materia vi rimarrà una certa quantità d' aria, essa si consumerà tanto più presto, e tanto più quanto maggior quantità d' aria potrà somministrare a se stessa. 3. Risulta inoltre da queste sperienze, che il calore anche più violento, se non è alimentato, produce minor effetto del calore più piccolo che trovi alimento; il primo è, per così dire, un calor morto che non si fa sentire se non per lo suo dissipamento; il secondo è un fuoco vivo, che cresce a proporzione degli alimenti che consuma. Per riconoscere cosa possa produrre questo calor morto, cioè questo calore spogliato d' ogni alimento, ho fatto la seguente sperienza.

Terza Sperienza.

Tratto per l' apertura del colatoio tutto il carbone che si conteneva nel fornello, e votatolo interamente della miniera, e d' ogni altra materia, feci murare di nuovo quest'apertura, e chiudere colla maggior attenzione quella della bocca superiore, mentre tutte le pietre delle pareti del fornello erano ancora eccessivamente calde; l' aria non poteva dunque entrar nel fornello, e raffreddarlo, ed il calore non poteva uscirne che

a tra-

a traverso dei muri di 9 piedi di grossezza; ed altronde nella sua cavità (la quale era assolutamente vota) non vi aveva alcuna materia combustibile, nè alcun'altra sostanza. Osservando quindi ciò che era per succedere, m' accorsi che tutto l' effetto del calore si portava in alto, e che, quantunque esso non provenisse da fuoco vivente, o nutrito da qualche materia combustibile, fece in poco tempo rosseggiare la forte piastra di latta che copriva la bocca superiore; la quale roventezza prodotta dal calore oscuro in questo largo pezzo di ferro, comunicavasi pel contatto a tutta la massa di polvere di carbone che copriva l' intonacatura di questa piastra, infiammando ancora il legno ch' io vi aveva fatto sovrapporre. Dunque il solo svaporamento di questo calore oscuro e morto, che non poteva uscire che dalle pietre del fornello produsse in questo caso il medesimo effetto del fuoco vivo, ed alimentato. Questo calore tendendo sempre all'alto, e riunendosi tutto all' apertura della bocca superiore al disotto dalla piastra di ferro, la rese rosseggiante, luminosa, e capace d' infiammare le materie combustibili; donde si deve conchiudere, che coll' accrescere la massa del calor oscuro si può produrre la luce, nella maniera istessa che producesi il calore con aumentare la massa della luce; e che queste due sostanze amendue necessarie all'elemento del fuoco sono reciprocamente convertibili l' una nell' altra.

Al levarsi di questa piastra di ferro che copriva l'apertura superiore del fornello, e che il calore avea resa rosseggiante, ne uscì un vapor leggiero, e che parve infiammato, ma si dissipò all'istante. Osservai allora le pietre delle pareti del fornello, e mi sembrarono profondissimamente, e nella più gran parte calcinate; siccome di fatti avendo lasciato raffreddare il fornello per dieci giorni, si trovarono calcinate fino a due piedi, ed anche due piedi e mezzo di profondità, ciò che non poteva altronde derivare se non se dal calore ch'io avevo rinserrato per fare le mie sperienze; atteso che nelle altre fusioni il fuoco ravvivato da' mantici non aveva giammai calcinato quelle stesse pietre più di otto pollici di grossezza nei luoghi ne' quali è più vivo, e solamente a due o tre pollici in tutto il resto; tutte le pietre, dal crogiuolo fino al terrapieno del fornello (ciò che forma un'altezza di venti piedi) erano generalmente ridotte in calce alla grossezza d'un piede e mezzo di due piedi, ed anche di due piedi, e mezzo, dunque questo calore rinchiuso non avendo potuto trovar uscita aveva penetrato le pietre molto più profondamente che il calor libero.

Da questa sperienza potrebbonsi trarre i mezzi di cuocer la pietra, e di far la calce con minor dispendio, cioè di diminuire d'assai la quantità delle legna, con servirsi d'un fornello ben chiuso in luogo de' fornelli aperti; non sarebbe bisogno se non d'una pic-

piccola quantità di carbone per convertire in calce in meno di quindici giorni tutte le pietre contenute nel fornello, ed anche, se fosse esattamente chiuso, i muri del medesimo alla grossezza di più d'un piede.

Appena il fornello fu raffreddato a segno di permettere agli operaj di lavorarvi entro, fummo obbligati di demolire tutto l'interno dall'alto al basso alla grossezza circolare di quattro piedi, e ne cavammo 54 moggia di calce, sulla quale feci le seguenti osservazioni: 1. tutta questa pietra, la cui calcinazione erasi ottenuta a fuoco lento, e concentrato non era divenuta tanto leggiera quanto la pietra calcinata nella maniera ordinaria; poichè questa, come ho già detto, perde a un dipresso la metà del suo peso, e quella del mio fornello non ne aveva perduto, che tre ottavi: 2. essa non imbevesi d'acqua colla medesima rapidità della calce viva ordinaria; e quando s'immerge, non dà subito alcun segno di calore, nè di ebullizione, ma poco dopo si gonfia, si divide, e sollevasi in maniera, che non è necessario di smuoverla, come si usa per estinguere la calce viva ordinaria: 3. questa calce ha un sapore molto più acre della calce comune, e per conseguenza contiene molto più d'alkali fisso: 4. essa è più tenace e più forte dell'altra calce, e tutti gli operaj ne adoperano in circa due terzi meno dell'altra, ed assicurano che il calcestruzzo è tuttavia eccellente: 5. questa calce non s'estingue

 all'

all' aria, se non dopo lunghissimo tempo; un giorno o due bastano a ridurre la calce viva comune in polvere all' aria libera; questa resiste all' impressione dell' aria per lo spazio d' un mese, o di cinque settimane: 6. invece di ridursi in farina, o in polvere secca come la calce comune, conserva questa il suo volume; e quando divideslì ammaccandola, tutta la massa sembra duttile e penetrata d' un umidità grassa e tenace, la quale non può derivare che dall' umido dell' aria, che la pietra ha potentemente attratto ed assorbito nello spazio delle cinque settimane impiegate alla sua estinzione: del resto la calce che comunemente traesi dai fornelli di ferriera ha tutte queste stesse proprietà; dunque il calore oscuro e lento produce anche quì i medesimi effetti del fuoco più vivo, e più violento.

Da questo abbattimento dell' interiore del fornello s' ottennero 232 quarti di pietre di taglio tutte calcinate più o meno profondamente: questi quarti avevano comunemente quattro piedi di lunghezza, e la maggior parte era in calce fino a diciotto pollici, e le altre a due piedi, ed anche due piedi e mezzo, e questa porzione calcinata separavasi facilmente dal resto della pietra ch' era sana, ed anche più dura che quando era stata collocata per fabbricare il fornello. Questa osservazione mi allettò a fare le sperienze seguenti.

QUAR-

Quarta Sperienza.

Io feci pefare nell' aria e nell' acqua tre pezzi di quefte pietre, le quali come ciafcun vede, avevan fofferto il maggior calore pof-fibile fenza ridurfi in calce, e ne confrontai il pefo fpecifico con tre altri pezzi quafi dello fteffo volume che aveva fatti levare da altri quarti di quefta medefima pietra, che non avev adoperati per la coftruzion del fornello, e per confeguenza nemmen rifcaldati, ma che per altro erano ftati cavati dalla medefima petriera nove mefi prima, e rimafti efpofti al Sole, ed all' aria. Ritrovai che il pefo fpecifico delle pietre rifcaldate per cinque mefi a quefto gran fuoco, era crefciuto; e ch' effo in paragone di quello della medefima pietra non ifcaldata era coftantemente maggiore d' un 81. nel primo pezzo; d' un 90. nel fecondo, e d' un 85. nel terzo; dunque la pietra fcaldata ad un grado vicino a quello della fua calcinazione acquifta almeno un 86. di maffa, laddove effa ne perde tre ottavi nella calcinazione, la quale non efige che un grado di calore di più. Quefta differenza non può derivare fe non da che ad un certo grado di calor violento, o di fuoco, tutta l' aria, e tutta l' acqua trasformate in materia fiffa nella pietra, racquiftando la prima natura, venga quindi la loro elafticità, la loro volatilità a fvilupparfi allora dalla pietra, e folle-

varsi in vapori, che il fuoco rapisce, e seco trasporta. Questa è una nuova prova, che la pietra calcarea è per la maggior parte composta d'aria fissa, e d'acqua fissa, e trasformata in materia soda per mezzo del feltro animale.

Dopo queste sperienze ne feci delle altre su questa medesima pietra scaldata ad un minor grado di calore, ma per uguale spazio di tempo: a questo fine ne feci distaccare tre pezzi dalle pareti esteriori del cerchio del bucolare, ed in un sito in cui il calore era a un dipresso di 95 gradi, perciocchè il zolfo applicato contro il muro s'ammolliva, ed incominciava a liquefarsi; e poichè questo è il grado di calore più vicino a quello in cui il zolfo passa in fusione. Avendo da tre sperienze simili alle precedenti rilevato, che questa stessa pietra scaldata a questo grado per cinque mesi era cresciuta di peso specifico un 65., cioè quasi un quarto di più di quella, che aveva sofferto il grado di calore prossimo a quello della calcinazione; da questa differenza conchiusi, che la pietra che aveva sostenuto il maggior fuoco incominciasse a disporsi alla calcinazione, laddove quella che non aveva tollerato che un calor minore, conservato aveva tutte le parti fisse depostevi dal medesimo.

Per soddisfarmi appieno su questo soggetto, e riconoscere se tutte le pietre calcaree aumentano di peso specifico per mezzo d'un calore costantemente, e lungamente applica-

to,

to, feci sei altre sperienze sopra due altre spezie di pietre. Quella di cui era costrutto l'interior del mio fornello, e di cui m' ero servito nelle sperienze precedenti, chiamasi nel nostro paese *pietra da fuoco*, perchè resiste più di tutte le altre pietre calcaree all'azione del fuoco. La sua sostanza è composta di piccole sabbie calcaree insieme unite per mezzo d'un cemento pietroso, che non è molto duro, e lascia alcuni interstizj voti; il suo peso nondimeno ritrovasi d' un 20. circa maggiore di quello delle altre pietre calcaree. Avendone cimentati molti pezzi al fuoco delle mie fucine, fu d'uopo per calcinarli più del doppio del tempo necessario per ridurre in calce le altre pietre; onde possiamo assicurarci che le sperienze precedenti sono state fatte sulla pietra calcarea più ritrosa al fuoco. Le pietre colle quali io sono per confrontarla erano anch' esse pietre calcaree buonissime, colle quali formansi i più bei pezzi per fabbriche; l'una ha il grano fino e denso quasi come quello del marmo, l'altra ha un grano alquanto più grosso; amendue però combatte, e fitte, amendue atte a somministrare un' eccellente calce griggia, più tenace, e più forte della calce comune, ch'è più bianca.

Avendo pesato nell'aria, e nell'acqua tre pezzi scaldati, e tre altri non iscaldati di questa prima pietra, il grano della quale era più fino, ritrovai ch'essa aveva guadagnato un 56. in peso specifico, per mezzo della

costante applicazione, per cinque mesi, d'un calore all'incirca di 90 gradi, come riconobbi dall'essere vicina a quella, di cui ne avea fatto rompere i pezzi nella volta esteriore del fornello, e dal non liquefarsi più il zolfo contro le sue pareti. Avendone dunque fatti levare tre pezzi ancora caldi per pesarli, e confrontarli con altri pezzi della medesima pietra, i quali eran rimasti esposti all'aria libera, ravvisai che uno di essi era cresciuto d'un 60., il secondo d'un 62., il terzo d'un 56. Laonde questa pietra a grano fino crebbe di peso specifico quasi un terzo di più della pietra a fuoco scaldata al grado vicino a quello della calcinazione, ed all'incirca un 7. di più di questa medesima pietra a fuoco scaldata a 95. gradi, ch'è quanto dire, ad un calore a un dipresso eguale.

La seconda pietra a grano men fino formava un filare intero della volta esteriore del fornello, ed io potrei a mio agio sceglierne i pezzi ch'eranmi necessarj per l'esperienza in un luogo, il quale avea sofferto per l'ugual tempo di cinque mesi lo stesso grado 95 di calore, che sostenuto avea la pietra a fuoco; quindi avendone fatti rompere tre pezzi, ed essendomi munito di tre altri che non erano stati scaldati, trovai che il primo di questi pezzi era cresciuto d'un 54.; il secondo d'un 63.; ed il terzo d'un 66., ciò, che dà per misura media un 61. d'aumento in peso specifico.

Da

Da queste sperienze risulta, 1. che tutta la pietra calcarea scaldata a lungo acquista in massa, e diventa più pesante; e questo aumento non può derivare che dalle particelle di calore che la penetrano, le quali per la loro lunga dimora, con essa combinandosi, sotto forma fissa ne diventano allora parti costituenti: 2. che quest' aumento di peso specifico, essendo d' un 61., o d' un 56., o d' un 65., non trovasi variare nel nostro caso, se non per la differente natura delle pietre, poichè quelle che hanno il grano più fino, sono altresì quelle la massa delle quali viene dal calore accresciuta di più, perchè essendo più piccoli i pori di esse, il calore vi si fissa per entro più facilmente, ed in maggior copia: 3. che la quantità del calore che fissasi nella pietra è ancora molto maggiore di quello che venga indicato dall' aumento della massa; imperciocchè il calore per fissarsi nella pietra ha incominciato dal discacciarne tutte le parti umide che conteneva: si sa che distillando la pietra calcarea in una storta ben chiusa, si cava dell'acqua pura fino alla concorrenza d'un sedicesimo del suo peso; ma siccome un calore di 95 gradi, benchè applicato per cinque mesi potrebbe a questo riguardo produrre minori effetti, che il fuoco violento che applicasi al vaso in cui distillasi la pietra, riducendo alla metà, ed ai tre quarti questa quantità d' acqua tolta alla pietra dal calore di 95 gradi, non si potrà non accorda-

re che la quantità del calore che si è fissato in questa pietra non sia d'un 60. indicato dall' aumento del peso specifico, ed eziandio d'un 64. pel quarto della quantità d'acqua che essa conteneva, e che questo calore ne avrà fatto uscire, di sorte che si può senza timor d'ingannarsi asserir certamente, che il calore che penetra nella pietra, essendo alla medesima lungamente applicato, vi si fissa in quantità bastante ad aumentarne la massa almeno d'un trentesimo, anche sul supposto ch'esso in questo lungo spazio di tempo scacciato non abbia che un quarto dell'acqua, che conteneva la pietra.

Quinta Sperienza.

Tutte le pietre calcaree, il peso specifico delle quali accrescesi per la lunga applicazion del calore, acquistano da questa specie di diseccamento maggior durezza, che non avevan prima. Volendo riconoscere se questa durezza fosse permanente, e se esse non perdessero col tempo non solo questa qualità, ma quella ancora dell'aumento di densità acquistato per mezzo del calore, feci esporre alle ingiurie dell'aria parecchi pezzi delle tre specie di pietre, delle quali mi ero servito per le sperienze precedenti, i quali tutti erano stati più o meno riscaldati per cinque mesi. In capo a quindici giorni, ne' quali vennero delle pioggie, avendole fatte tastare e battere col martello da quel-

lo

lo stesso operaio che le aveva trovate durissime quindici giorni prima, ha il medesimo meco riconosciuto che la pietra a fuoco, la quale era la più porosa, e i cui grani eran più grossi, non era già più così dura, e lasciavasi più facilmente lavorare. Le due altre specie poi, e massime quella a grani più fini, che avevan conservata la stessa durezza, la perdettero tuttavia in meno di sei settimane. Avendole allora fatte sperimentare alla bilancia idrostatica, conobbi ch' esse avevan perduto ezíandio una quantità assai grande della materia fissa, che il calore vi aveva depositata. Contuttociò dopo molti mesi eran per anco specificamente più pesanti d' un 150. o d' un 160. di quelle che non erano state scaldate. Allora essendo troppo difficile di scoprire la differenza tra questi pezzi, e quelli che non erano stati scaldati, giacchè tutti erano stati egualmente esposti all' aria, fui sforzato di non andar più oltre con questa sperienza; ma restai persuaso che in capo a molto tempo queste pietre avrebbero perduto tutto il peso acquistato. Lo stesso fu della durezza: dopo essere state per alcuni mesi esposte all' aria, gli Operaj le lavoraron tanto facilmente, quanto le altre pietre della stessa specie, le quali non erano state scaldate.

Da questa sperienza risulta, che le particelle di calore che fissansi nella pietra, non vi sono, come ho detto, sforzatamente unite: che quantunque essa le conservi dopo

l'intero suo raffreddamento, ed assai lungamente (preservandola da ogni umidità) le perde nondimeno a poco a poco per le impressioni dell'aria e della pioggia, senza dubbio perchè l'aria e l'acqua hanno colla pietra maggior affinità, che colle particelle di calore che vi si erano insinuate. Questo calore fisso non è più attivo, anzi, è per così dire, morto ed interamente passivo; ed in questo stato ben lungi da potere scacciare l'umidità, ne viene anzi scacciato, ed essa ritorna ad occupare gli spazj al medesimo ceduti. Nelle altre materie però, le quali non han coll'acqua tanta affinità come la pietra calcarea, questo calore fissato una volta non vi soggiorna egli costantemente, e per sempre? Questo è quello che io ho procurato di confermare coll'esperienza seguente.

SESTA SPERIENZA.

Presi parecchi pezzi di ferro di getto fatti rompere nelle ferracce, quali avevan serviti molte volte a sostenere le pareti del camino del mio fornello, e che per conseguenza erano stati scaldati tre volte per lo spazio di quattro o' cinque mesi in fila al grado di calore che calcina la pietra; perciocchè queste ferracce avevan sostenuto le pietre o i mattoni dell' interno del fornello, e non eran riparate dall' azione immediata del fuoco, se non per mezzo d' una pietra grossa di tre o quattro pollici che formava l' ultimo ordine de-

degli ornamenti del fornello; queste ultime pietre, siccome le altre colle quali eran fabbricati gli ornamenti, ridotte si erano in calce in ogni fusione, e la calcinazione era sempre penetrata quasi otto pollici in quelle ch' erano state esposte all' azione più violenta del fuoco; quindi le ferracce, le quali restavan solo quattro pollici coperte da queste pietre, avevan certamente sofferto il grado di fuoco uguale a quello che produce la perfetta calcinazione della pietra, e l' avevan sofferto tre volte per quattro o cinque mesi in fila. I pezzi di questa fusione di ferro ch' io feci rompere non si separavan dal resto della ferraccia, se non a colpi di mazza moltissime volte replicati, mentre alcune ferracce di questo medesimo getto, le quali non avevan tollerata l' azione del fuoco erano frangibilissime, e dividevansi in pezzi ai primi colpi di mazza. Allora riconobbi che questa fusione scaldata ad un fuoco sì grande per così lungo tempo aveva acquistato molto più di durezza, e di tenacità che non aveva da prima, e molto più ancora di quella che acquistata ne avevano le pietre calcaree. Da questo primo indizio giudicai, che avrei trovata una differenza ancora più grande nel peso specifico di questa fusione scaldata sì lungamente. Di fatti il primo pezzo, ch'io cimentai alla bilancia idrostatica pesava nell' aria 4 libbre, 4 once, 3 dramme, o 547 dramme; lo stesso pezzo pesava nell' acqua 3 lib-

3 libbre, 11 once, 2 dramme e mezza, cioè 474 dramme e mezza, che forma la differenza di 72 dramme e mezza. L'acqua di cui io mi servivo per le mie sperienze pesava appunto 70 libbre; e il piede cubico, e il volume dell'acqua occupato da quello del pezzo di questa fusione pesava 72 dramme e mezza; quindi 72 dramme e mezza, peso del volume dell'acqua occupato dalla fusione, sono a 70 libbre peso del piede cubico dell'acqua, come 547 dramme peso del pezzo di fusione, sono a 528 libbre 2 once, una dramma, 47 grani peso del piede cubico di questa fusione. Questo peso eccede di molto quello di questa medesima fusione quando non è stata scaldata; ed è una fusione bianca, la quale comunemente è frangibilissima, e 'l cui peso non è che di 495, o 500 libre al più; quindi il peso specifico trovasi per mezzo di questa lunghissima applicazione del calore, accresciuta di 28 sopra 500, locchè forma all'incirca un diciottesimo della massa. Di questa differenza io m'accertai con cinque sperienze successive, per le quali ebbi l'attenzione di prendere sempre de' pezzi, ciascuno del peso di quattro libbre almeno, e di paragonarli ad uno ad uno con pezzi della stessa figura, e di volume a un dipresso eguale. Imperciocchè, quantunque sembri che in questo caso la differenza del volume, per grande ch'essa sia, non debba valutarsi, e non possa influire sul risultato dell'

ope-

operazione della bilancia idrostatica; ciò non pertanto quelli che sono esercitati nel maneggiarla si saranno accorti non meno di me che sempre più giusti ne sono i risultati, quando i volumi delle materie che paragonansi non sono molto più grandi l' uno dell' altro. L' acqua per fluida ch' essa ci sembri, ha ciò non ostante un certo piccolo grado di tenacità che più o meno influisce sui volumi più o men grandi. Altronde v' ha poche materie, che sien perfettamente omogenee o uguali nel peso in tutte le parti esteriori del volume che mettesi alla prova; quindi per ottenere un risultato, su cui poter precisamente contare, è necessario paragonare dei pezzi d' un volume consimile, e d' una figura, la quale non sia molto differente; perciocchè se da una parte noi pesiamo un globo di ferro di due libbre, e dall' altra parte una foglia di latte del medesimo peso, alla bilancia idrostatica troveremo differente il loro peso specifico, quantunque sia realmente istesso.

Io credo che chiunque rifletterà sulle sperienze precedenti, e sui loro risultati, non potrà mettere in dubbio che il calore per lunghissimo tempo applicato ai differenti corpi che penetra, deposita nel loro interno una grandissima quantità di particelle, le quali diventano parti constituenti della loro massa, e che vi si uniscono, e combinano tanto più quanto maggior affinità o rapporto di natura le

le materie trovano avere con esse. Munito di queste sperienze io non ho avuto scrupolo di pubblicare nel mio Trattato degli Elementi, che le molecole del calore si fissino in tutt' i corpi, come fissansi quelle della luce e quelle dell' aria, tostochè sia accompagnata dal calore, o dal fuoco.

ME-

MEMORIA SESTA.

Esperienze sulla Luce, e sul Calore che può ella produrre.

ARTICOLO PRIMO.

Invenzione degli Specchi per abbruciare a grandi distanze.

CElebre è la storia degli specchi ustorj d' Archimede, il quale gl'inventò per la difesa della sua patria, e vibrò (per quanto dicono gli Antichi) il fuoco del Sole sulla flotta nemica, cui ridusse in cenere, quando essa s'accostò alle mura di Siracusa. Ma questa storia, per ben quindici o sedici secoli creduta veridica è stata prima contraddetta, e in appresso riputata favolosa in questi ultimi tempi. Cartesio nato per giudicare, ed anche per superare Archimede, ha con tuono magistrale pronunciato contro del medesimo; ha negato la possibilità del ritrovamento; e la sua opinione prevalse al testimonio, ed alla credenza di tutta l'antichità. I Fisici moderni poi, o per rispetto al loro Filosofo, o per compiacere i loro contemporanei sono stati del medesimo sentimento. Noi non concediamo mai agli Antichi più di quello che loro toglier non possiamo: spinti forse da que' motivi, de' quali l'amor pro-

prio,

prio, senza che ce ne avvediamo, non si serve che troppo spesso, non abbiam noi naturalmente soverchia inclinazione a rigettare ciò di che siamo debitori a quei che ci precedettero? e se il nostro secolo più d'un altro mostrasi incredulo, deriverebbe ciò mai da che, essendo esso più illuminato, crede di avere maggior diritto alla gloria, e maggiori pretensioni alla superiorità?

Che che ne sia, quest'invenzione era nel caso di parecchie altre scoperte dell'antichità, obbliate appunto perchè alla difficoltà di ritrovarle si è preferita la facilità di negarle: gli specchi ustorj d'Archimede eran cotanto screditati, che pareva impossibile di rimetterli in credito, perciocchè per allontanarsi dal giudizio di Cartesio, era mestieri di qualche cosa di più forte che non son le ragioni; ed un solo mezzo rimaneva sicuro veramente, e decisivo, ma difficile, ed azzardoso, quello cioè d'intraprendere di ritrovare gli specchi, e di farne alcuno che produr potesse i medesimi effetti. Io ne aveva già da molto tempo concepito il pensiero, e confesserò di buona voglia, che la maggior difficoltà consisteva nel conoscerlo possibile, poichè l'esecuzione mi è riuscita anche al di là delle mie speranze,

Ricercai dunque la maniera di fare degli specchi per ardere a distanze grandi, come di 100, di 200, e 300 piedi: sapevo già in generale, che cogli specchi per riflessione, non erasi ottenuto giammai d'abbruciare,

se

se non a 15 o 20 piedi al più, e che con quei che sono refringenti, la distanza era eziandio più corta: ben conosceva inoltre ch' era impossibile nella pratica di lavorare uno specchio di metallo, o di vetro tanto esattamente che abbruciasse a distanze sì grandi; conosceva altresì che per ardere per esempio a 200 piedi, avendo la sfera in questo caso 800 piedi di diametro, niente potevasi sperare dal metodo ordinario di lavorare i vetri, e ben presto mi persuasi, che quand' anche trovar si potesse una nuova maniera di dare a' pezzi di vetro, o di metallo grandi una concavità cotanto leggiera, non ne verrebbe ancora se non se un utile pochissimo considerevole, come dirò in appresso.

Ma per proceder con ordine, ricercai prima quanto la luce del Sole perdesse per mezzo della riflessione a distanze differenti, e quali fossero le materie che più fortemente la riflettono. Ritrovai primieramente che i cristalli stagnati quando sono levigati con qualche attenzione, rifletton la luce più potentemente che non i metalli più lisci, ed anche meglio del metallo composto di cui ci serviamo per fare specchi di telescopi; e che quantunque ne' cristalli sianvi due riflessioni, l' una alla superficie, e l' altra all' interiore, questi non lasciano tuttavia di dare una luce più viva, e più netta che il metallo, il quale produce una luce colorata.

In secondo luogo, ricevendo la luce del Sole in un sito oscuro, e paragonandola colla

la medesima luce del Sole riflessa per mezzo d'un cristallo, trovai che nella piccola distanza, come di quattro o cinque piedi, essa non perdeva che all'incirca la metà per mezzo della riflessione, come ho potuto giudicare, facendo sulla prima luce riflessa cadere una seconda anch'essa riflessa; perciocchè la vivacità di queste due luci riflesse mi parve eguale a quella della luce diretta.

In terzo luogo: avendo ricevuta a distanze grandi, come di 100, 200, e 300 piedi, questa stessa luce riflessa per mezzo di grandi cristalli, riconobbi ch'essa quasi niente perdeva della sua forza per la densità dell' aria che doveva attraversare.

In appresso volli sperimentare le stesse cose colla luce delle candele; e per assicurarmi più esattamente della quantità d'indebolimento, che la riflessione cagiona a questa luce, feci l'esperienza seguente.

Mi messi rimpetto ad un cristallo di specchio con un libro in mano in una camera, in cui eravi tutto il buio della notte a segno che non poteva distinguere alcun oggetto: in una camera vicina, alla distanza incirca di 40 piedi, feci accendere una sola candela di cera, che feci avvicinare a poco a poco fin'a tanto che potessi distinguere i caratteri, e leggere il libro che aveva in mano, come potei alla distanza di 24 piedi dal libro alla candela; indi avendo rivolto il libro dalla parte dello specchio cercai di leggere per mezzo di questa medesima luce ri-

riflessa, e feci riparare con un paravento quella parte di luce diretta che non cadeva sullo specchio, affine di non aver sul mio libro altra luce, se non se la riflessa. Bisognò avvicinare la candela, come fecesi a poco a poco fintanto che potessi leggere gli stessi caratteri illuminati dalla luce riflessa; ed allora la distanza del libro dalla candela, compresa eziandio quella del libro dal cristallo, la quale non era più che un mezzo piede, si trovò essere in tutto di quindici piedi. Ripetei più volte questa stessa prova, e n'ebbi sempre a un di presso i medesimi risultati; onde hò conchiuso, che la forza, o la quantità della luce diretta è a quella della luce riflessa, come 576 a 225; quindi l'effetto della luce di cinque candele ricevuta per mezzo d'un cristallo piano è poco men che uguale a quella della luce diretta di due candele.

La luce adunque delle candele per mezzo della riflessione perde più che la luce del Sole; e questa differenza dipende da ciò che i raggi di luce che partono dalla candela come da un centro, cadono più obliquamente sullo specchio, e quei del Sole quasi parallelamente. Questa sperienza conferma dunque quello, che avevo trovato da principio; e tengo per certo che la luce del Sole non perde che la metà in circa per la sua riflessione su d'un cristallo di specchio.

Acquistate queste prime cognizioni delle quali avevo bisogno, cercai in appresso cosa real-

realmente addivenisse alle immagini del Sole, quando le riceviamo a grandi distanze. A ben intendere quello ch' io son per dire, non bisogna, come fassi per l'ordinario considerare i raggi del Sole come paralleli, ed è mestieri ricordarsi che il corpo del Sole occupa a' nostri occhi un'estensione di circa 32 minuti; che per conseguenza i raggi che partono dal lembo superiore del disco, venendo a cadere su d'un punto d'una superficie che riflette, i raggi ch'emanano dal lembo inferiore, venendo anch'essi a cadere sullo stesso punto di questa superficie, forman tra di loro un angolo di 32 minuti nell'incidenza, ed indi nella riflessione; e per conseguenza l'immagine deve farsi più grande a proporzione che allontanasi. Bisogna inoltre aver riguardo alla figura di queste immagini; un cristallo piano quadrato d'un mezzo piede, esposto ai raggi del Sole, formerà un'immagine quadrata di 6 pollici, se questa immagine verrà ricevuta a poca distanza dal cristallo, come di alcuni piedi; allontanandosi a poco a poco scorgesi l'immagine ingrandirsi, poscia cangiar di forma, indi diventar rotonda, e tale rimane ingrandendosi a misura che allontanasi dallo specchio. Quest' immagine è composta di tanti dischi del Sole, quanti sono i punti fisici nella superficie riflettente: il punto di mezzo forma un'immagine del disco, i punti vicini ne formano delle simili, e della stessa grandezza, i quali oltrepassano un poco il di-

disco di mezzo; locchè succede eziandio di tutti gli altri punti, e l'immagine è composta d'un'infinità di dischi, i quali ascendendo regolarmente, e sovraponendosi circolarmente uno sopra l'altro, formano l'immagine riflessa, il cui centro è il punto di mezzo del cristallo.

Se l'immagine composta da tutti questi dischi ricevesi a piccola distanza, allora, l'estensione ch'essi occupano non essendo che un poco più grande di quella del cristallo, quest'immagine è della medesima figura, e quasi dell'ugual grandezza del cristallo; se il cristallo è quadrato, quadrata è l'immagine; se triangolare è il cristallo, l'immagine è pure triangolare. Ma quando ricevesi l'immagine a gran distanza dal cristallo, o l'estensione occupata da' dischi è molto più grande di quella del cristallo, allora essa non conserva più la figura quadrata, o triangolar del cristallo, e diventa necessariamente circolare. Per ritrovare poi il punto di distanza, in cui l'immagine perde la sua figura quadrata, basta ricercare a qual distanza il cristallo ci sembri sotto un angolo eguale a quello che il corpo del Sole forma a' nostri occhi, cioè sotto un angolo di 32 minuti, e questa distanza sarà quella, in cui l'immagine perderà la sua figura quadrata, e diverrà rotonda; imperciocchè, avendo sempre i dischi per diametro una linea eguale alla corda dell'arco di cerchio che misura un angolo di 32 minuti, con questa rego-

gola noi troveremo, che un cristallo quadrato di sei pollici perde la sua figura quadrata alla distanza di 60 piedi incirca, e che un cristallo d'un piede in quadrato non la perde se non a 120 piedi circa, e così anche gli altri.

Riflettendo un poco sopra questa teoria, cesseremo di stupirci in vedere, che a grandissime distanze un cristallo grande, ed un piccolo, danno un'immagine quasi della stessa grandezza, la quale non è diversa che per l'intensità della luce; non ci maraviglieremo che un cristallo rotondo, o quadrato, o lungo, o triangolare, o di qualsivoglia altra figura (17) producon sempre immagini rotonde; e vedremo chiaramente ch'esse non s'ingrandiscono, nè s'impicciolíscono per lo disperdimento della luce, o per la perdita, ch'essa fa attraversando l'aria, siccome alcuni Fisici han creduto, e che ciò all'opposto non addiviene se non mercè l'accrescimento dei dischi, i quali per quanto noi gli allontaniamo, occupano sempre uno spazio di 32 minuti.

Dalla semplice esposizione di questa teoria, noi saremo eziandio convinti che gli specchi concavi di qualunque specie essi fieno

(17) Per questa stessa ragione le piccole immagini del Sole che passano tra le foglie degli alberi alti, e frondosi, e cadon sulla sabbia d'un viale, sono tutte ovali, e rotonde.

no non possono essere con vantaggio adoperati per abbruciar da lontano; perciocchè il diametro del foco di tutti i concavi non può giammai essere più piccolo della corda dell' arco che misura un arco di 32 minuti; e che per conseguenza lo specchio concavo il più perfetto, il diametro del quale sia eguale a questa corda non sarà mai il doppio dell' effetto di questo specchio piano di superficie eguale (18), e che se il diametro di questo specchio concavo fosse più piccolo di questa corda, esso non sarebbe maggior effetto d' uno specchio piano di superficie eguale.

Compreso ch' ebbi quanto ho esposto finora, non tardai guari a persuadermi (a segno di non poterne dubitare) che Archimede non avesse potuto abbruciar da lontano se non per mezzo di specchi piani; perciocchè indipendentemente dall' impossibilità ch' eravi in quel tempo, in cui noi saremmo anche al dì d' oggi di formare degli specchi concavi con un foco così lungo, capisco che i riflessi da me fatti poc' anzi non potevano essere sfuggiti a questo gran Matematico. Altronde pensai che v' ha tutte le apparenze per credere che gli Antichi non sapessero fa-

(18) Chi si prenderà la pena di farne il calcolo, troverà che lo specchio concavo il più perfetto non ha su d' uno specchio piano altro vantaggio, che in ragione di 17 a 10, almeno a un dipresso.

re masse grandi di vetro: che ignorassero l' arte di fonderlo per farne cristalli grandi: e che tutt' al più avessero quella di gonfiarlo per formarne bottiglie e vasi; e quindi agevolmente mi persuasi, che non venisse fatto ad Archimede d'abbruciar da lontano, se non a forza di specchi piani di metallo levigato, e per mezzo del ripercotimento de' raggi del Sole. Ma siccome aveva riconosciuto che gli specchi di cristallo ribattono la luce più patentemente degli specchi del metallo più levigato, pensai a far costruire una machina, per cui le immagini riflesse da un gran numero di questi specchi piani coincidessero allo stesso punto, ben sicuro che per questo solo mezzo fosse possibile di riuscirne.

Ciò non ostante mi rimanevan alcuni dubbj, i quali sembravanmi anche benissimo fondati. Supponiamo (ecco come io ragionavo) che la distanza alla quale io voglio bruciare sia di 240 piedi; io vedo chiaramente che il foco del mio specchio non può a questa distanza aver meno di due piedi di diametro; in questo caso qual' estensione dovrò io dare alla mia unione di specchi piani per condurre il fuoco in un punto di concorso sì grande? essa potrebbe essere così grande da rendere la cosa ineseguibile: imperciocchè paragonando il diametro del foco col diametro degli specchi per riflessioni anche migliori, come per esempio, quello dell' Accademia, aveva osservato che il diametro di questo specchio, ch' è di tre piedi era

era cento otto volte più grande del diametro del suo foco, che non ha che circa quattro linee; e conchiudeva quindi che per bruciare tanto vivamente a 240 piedi, sarebbe stato necessario che la mia unione di specchi fosse del diametro di 216 piedi, poichè il foco ne avrebbe avuto due piedi: or uno specchio di 216 piedi di diametro era sicuramente una cosa impossibile.

Per verità questo specchio di tre piedi di diametro brucia con forza tale da fonder l' oro, ed io ho voluto vedere quanto venissi a vantaggiare, riducendo la sua azione a non infiammare che il legno. Per ottener ciò applicai sullo specchio alcune fasce circolari di carta, affine di diminuirne il diametro; e ritrovai ch' esso, ridotto che fu il suo diametro a quattro pollici, e otto o nove linee, non aveva più forza bastante d' infiammare il legno secco. Prendendo dunque cinque pollici, o sessanta linee per l' estension del diametro necessaria ad abbruciare con un foco di quattro linee, non poteva lasciar di conchiudere che per bruciare egualmente a 240 piedi, ove il foco avesse necessariamente due piedi di diametro, avrei avuto bisogno di 30 piedi di diametro, locchè mi sembrava ancora impossibile, o almeno ineseguibile.

A ragioni così positive, che altri avrebbe risguardate come dimostrazioni dell'impossibilità dello specchio, io non aveva altro ad opporre fuorchè un sospetto; sospetto però an-

tico, sul quale quanto più aveva fatta riflessione, tanto più mi ero persuaso che non fosse senza fondamento; ed è che gli effetti del calore potevano anche non essere proporzionati alla quantità della luce, o ciò ch' è lo stesso, che all' eguale intensità di luce, i gran fochi dovessero bruciare più vivamente che i piccoli.

Calcolandone matematicamente il calore, non è da porsi in dubbio che la forza de' fochi della stessa lunghezza non sia proporzionata alla superficie degli specchi. Uno specchio, la cui superficie è il doppio di quella d'un altro, deve aver un foco dell' egual grandezza, quando la concavità sia la stessa; e questo foco d'egual grandezza contenere il doppio della quantità di luce che contiene il primo foco: e nella supposizione, che gli effetti sian sempre proporzionati alle loro cause, si è sempre creduto che il calore di questo secondo foco esser dovesse il doppio di quello del primo.

Similmente, e pel medesimo calcolo matematico si è sempre creduto, che ad ugual intensità di luce un piccol foco dovesse abbruciare quanto un grande, e che l'effetto del calore dovesse essere proporzionato a quest' intensità di luce, *di maniera*, dicea Cartesio, *che si possono fare vetri, o specchi estremamente piccoli, i quali abbrucino con tanta violenza, quanto i più grandi*. Io pensai tosto, siccome ho detto quì sopra, che questa conseguenza tratta dalla teoria mate-

ma-

matica potesse poi trovarsi falsa nella pratica: imperciocchè, essendo il calore una qualità fisica dell' azione, e propagazione della quale noi non conosciamo abbastanza le leggi; mi sembrava una specie di temerità il volerne così calcolare gli effetti con un ragionamento di semplice speculazione.

Ricorsi dunque ancor una volta all' esperienza: presi alcuni specchi di metallo di differenti fochi, e gradi di levigatezza, e paragonando l' azione de' diversi fochi sulle stesse materie o fusibili, o combustibili, trovai che ad uguale intensità di luce i gran fochi sono costantemente più efficaci dei piccoli, e producono spesso l' abbruciamento, o la fusione, mentre i piccoli non producono più che un calor mediocre, siccome osservai anche cogli specchi per rifrazione. Per meglio far intender ciò, prendiamo per esempio un grande specchio ustorio per rifrazione, come quello del Sig. Segard, che ha 32 pollici di diametro, ed un foco di 8 linee di larghezza a *6* piedi di distanza, al quale foco fondesi il rame in meno d' un minuto, e facciamo colle medesime proporzioni uno specchio ustorio di 32 linee di diametro, di cui il foco sarà di $\frac{1}{12}$ o $\frac{2}{3}$ di linea, e la distanza a *6* pollici; poichè lo specchio grande nell' intera estension del suo foco, ch' è di 8 linee, fonde il rame in un minuto, il piccolo specchio dovrebbe, secondo la teoria,

 nell'

nell' estensione del suo foco, il quale è di $\frac{2}{3}$ di linea, fondere nello stesso tempo la stessa materia: avendo però fatta l' esperienza, ritrovai, ciò ch' io già mi aspettava, che lungi dal fondere il rame, questo piccolo specchio ustorio poteva appena comunicare un poco di calore a questa materia.

Egli è facile il dar ragione d' una tal differenza, riflettendo che il calore comunicasi a poco a poco, e si disperde, dirò così, nell' istante medesimo che applicasi continuamente sul medesimo punto; per esempio, se il foco d' uno specchio ustorio si fa cadere sul centro d' uno scudo, e che questo foco sia del diametro d' una sola linea, il calore ch' esso produce sul centro dello scudo si disperde, e stende, stendendosi per l' intero volume dello scudo, il quale diventa caldo fino alla circonferenza; allora il calore, quantunque da principio diretto tutto contro il centro dello scudo, non vi si ferma, e non produce il grande effetto che produrrebbe, arrestandovisi tutto intero. Ma se invece d' un foco d' una linea che cada sul mezzo dello scudo, si faccia cader sullo scudo tutto intero d' un foco d' eguale intensità, restando in quest' ultimo caso egualmente scaldate tutte le parti dello scudo, non solo non v' è perdita di calore, come nel primo caso, ma eziandio v' è del guadagno, ed aumento di calore; imperciocchè il punto di mezzo approfittando del calore degli altri punti che lo circondano,

no, lo scudo in quest' ultimo caso verrà fuso, mentre nel primo non rimarrà che leggermente scaldato.

Fatte queste sperienze, e queste riflessioni, sentii crescer in me prodigiosamente la speranza che aveva di riuscire a far degli specchi che abbruciassero da lontano; imperciocchè incominciai a non temere qnanto avevo temuto da principio la grand' estensione de' fochi, e mi persuadei all' opposto che un foco d' una larghezza considerevole, come di due piedi, e in cui l' intensità della luce non fosse così grande quanto in un piccolo foco di quattro linee, potesse tuttavia produrre con maggior forza l' infiammazione, e l' abbruciamento, e che per conseguenza questo specchio, il quale secondo la teoria matematica dovrebbe aver almeno 30 piedi di diametro, ridurrebbesi senza dubbio ad uno specchio di 8 o 10 piedi al più, ciocchè non solamente è una cosa possibile, ma eziandio praticabilissima.

Pensai dunque seriamente ad eseguire il mio progetto; e tosto mi cadde nell' animo il pensiero di abbruciare a 200, o 300 piedi con cristalli circolari, o essagoni d' un piede qnadrato di superficie; e per sostenerli voleva fare quattro telari di ferro con tre viti per ciascuno, affine di moverli per tutt' i versi, e con una molla tenerli fermi; ma la spesa troppo considerevole che tal' apparecchio richiedeva mi fece abbandonar quest' idea, e ricorrere a' cristalli comuni di

F 4 6 pol-

6 pollici sopra 8, e ad un apparecchio in legno, il quale veramente è men sodo, e men preciso, ma la cui spesa è meglio adattata ad un tentativo. Il Sig. Passemant, la cui abilità nelle meccaniche è nota anche all' Accademia, si prese il carico di queste particolarità ch' io non descriverò, perchè un colpo d' occhio gettato sullo specchio ne farà comprendere la costruzione meglio che un lungo discorso (19).

Basterà il dire, ch' essa è stata composta fin da principio di cento sessant' otto cristalli stagnati, ciascuno di 6 pollici sopra 8, lontani l' uno dall' altro circa quattro linee; che ciascuno di essi si può muovere per tutt' i versi, e indipendentemente da tutti: e che le quattro linee d' intervallo che sonovi frammezzo, servono non solamente alla libertà di un tal movimento, ma altresì a lasciar iscorgere a quello, che opera, il sito, ove deve condurre le immagini. Per mezzo di questa costruzione si può far cadere sullo stesso punto le cento sessant'otto immagini, e per conseguenza abbruciare a varie distanze, come di 20, 30, e fino di 150 piedi, con tutte le distanze intermedie: aumentando poi la grandezza dello specchio, o unendone al medesimo altri simili, noi sia-

(19) Vedi quì dopo le Tavole VII, VIII, e IX colla spiegazione delle figure 1, 2, 3,

siamo sicuri di bruciare a distanze ancora maggiori, o d' accrescerne quanto si voglia la forza, o l' attività in queste prime distanze.

Solamente bisogna osservare, che il movimento da me accennato non è troppo facile ad eseguirsi, e che inoltre è necessaria la buona scelta degli specchi; poichè questi non sono tutti egualmente buoni, quantunque sembrino tali al primo vederli; ed io ho dovuto prenderne più di cinquecento per avere i cento sessant' otto, di cui mi sono servito: la maniera di provarli è di ricevere in distanza grande, per esempio, di 150 piedi l' immagine riflessa del Sole come un piano vertigale; quei che rendono un'immagine rotonda e ben finita debbonsi preferire, e rigettar tutti gli altri, i quali sono in molto maggior numero, e ch' essendo di grossezza disuguale in diversi luoghi, o di superficie alquanto concava, o convessa invece d' esser piana, rendono immagini imperfette, doppie, triple, bislunghe, crinite, ec. secondo i varj difetti che trovansi ne'cristalli.

Colla prima sperienza fatta ai 23 di Marzo 1747 a mezzogiorno, appiccai fuoco in distanza di *66* piedi ad una tavola di faggio incatramata con soli 40 cristalli, cioè con un quarto circa dello specchio; ma bisogna avvertire che, non essendo esso ancora montato sul suo piede, era collocato svantaggiosissimamente, perciocchè faceva col sole un

angolo di quasi 20 gradi di declinazione, ed un altro di più di 10 gradi d' inclinazione.

Nello stesso giorno collocato essendo lo specchio ancora più svantaggiosamente, con novantotto cristalli attaccai fuoco in distanza di 126 piedi ad una tavola incatrammata, e solforata. Egli è facile l' aver presente, che per abbruciare col maggior vantaggio, bisogna che lo specchio sia direttamente opposto al Sole, siccome anche alle materie che voglionsi ardere; di maniera che, supponendo un piano perpendicolare sul piano dello specchio, bisogna ch' esso passi per lo Sole, e nel tempo istesso frammezzo alle materie combustibili.

Ai 3 di Aprile alle quattro ore della sera montato essendo lo specchio, e collocato sul suo piede, si produsse una leggiera infiammazione in una tavola coperta di lana minutamente tagliata alla distanza di 138 piedi, con cento dodici cristalli, quantunque il Sole fosse debole, e pallida la sua luce. Nell' avvicinarsi al sito ove sono le materie combustibili, bisogna aversi riguardo, e non guardare lo specchio; imperocchè se per disgrazia gli occhi si trovassero diretti al foco, si rimarrebbe accecato dal chiarore della luce.

Ai 4 d' Aprile alle undeci ore della mattina, quantunque il Sole fosse molto pallido, e coperto di vapori, e nuvoli leggieri, si ottenne tuttavia con centocinquantaquattro cristalli, ed alla distanza di 150 piedi un calore tanto considerevole, che in meno di due mi-

minuti fece fumare una tavola spalmata, la quale sarebbesi senza dubbio infiammata, se il Sole non fosse sparito tutto ad un tratto.

Il giorno appresso 5 d'Aprile tre ore dopo mezzogiorno col Sole ancora più debole del giorno precedente alla distanza di 150 piedi e con centocinquantaquattro cristalli, infiammaronsi in meno d'un minuto e mezzo alcune cime d'abete solforate, e mescolate di carbone; ma quando il Sole è vivo, non richiedonsi che alcuni minuti secondi per produrre l'infiammamento.

A' 10 d'Aprile dopo mezzogiorno al Sole sgombrato, si fece prender fuoco ad una tavola d'abete spalmata, a 150 piedi, con soli centoventotto cristalli, e l'infiammamento è stato prontissimo, ed in tutta l'estensione del foco, il quale in questa distanza era del diametro di 16 pollici circa.

Nello stesso giorno a due ore e mezzo, lanciatosi il fuoco sopra una tavola di faggio in parte spalmata, e in parte coperta di lana tagliata; l'infiammazione incominciata dalle parti del legno ch'erano scoperte, fu prontissima, ed il fuoco così violento, che fu d'uopo immergere nell'acqua la tavola per ispegnerlo: adoperaronsi centoquarantotto cristalli, e la distanza era di 150 piedi.

Agli 11 d'Aprile, il foco non essendo più che a 20 piedi di distanza dallo specchio; dodici cristalli solamente furono necessarj per infiammare delle picciole materie combustibili: con ventun cristalli si fece prender fuo-

co ad una tavola di faggio che era già ſtata in parte bruciata: con quarantacinque ſi fuſe una groſſa boccia di ſtagno che peſava circa ſei libbre; e con cento diciaſſette criſtalli ſi fuſero de' pezzi d'argento ſottile, e ſi arroventì una piaſtra di latta. Io ſono altresì perſuaſo, che, adoperando tutt' i criſtalli dello ſpecchio, fonderannoſi i metalli alla diſtanza di 50 piedi egualmente bene che a quella di 20; e ſiccome a queſta diſtanza il foco è largo ſei in ſette pollici, potrebbonſi far in grande delle ſperienze ſu i metalli (20), le quali non ſarebbe poſ-

(20) Dalle ſperienze fatte ho riconoſciuto che la diſtanza più vantaggioſa per fare comodamente con queſti ſpecchi le prove ſui metalli, era di 40 o 45 piedi. I tondi d' argento ch' io ho fuſi a queſta diſtanza con ducento ventiquattro criſtalli, erano ben netti, talchè il fumo che ne uſciva abbondantiſſimo, non può attribuirſi al graſſo o ad altre materie, delle quali foſſeſi imbevuto l' argento, come eran perſuaſi quei che furon teſtimonj dell' eſperienza; dalla quale, quantunque la ripeteſſi con piaſtre d'argento tutte nuove, non laſciai di ottenere il medeſimo effetto. Il metallo qualche volta per più di 8 o 10 minuti prima di fonderſi sfumava abbondantiſſimamente. Aveva in penſiere di raccoglier queſto fumo di argento per mezzo di

possibile di fare cogli specchi ordinarj, il foco de' quali è o debolissimo, o cento volte più piccolo di quello del mio specchio. Io osservai che i metalli, e massime l'argento molto prima di fondersi mandan fumo, sensibile a segno d'ombreggiare il terreno, ciocchè osservai attentamente; e neppur è possibile di guardare anche per un momento il foco allorchè cade sul metallo, a motivo che il chiarore è assai più vivo di quello del Sole.

Le sperienze riferite quì sopra, le quali sono state fatte ne' primi tempi dell' invenzione di questi specchi, furon poi seguitate da un gran numero di altre sperienze, che conferman le prime. Fino a 200 piedi ho con questo stesso specchio, e col Sole d'Estate

---

di un capitello, o di uno stromento simile a quello di cui ci serviamo nelle distillazioni; ed ebbi sempre dispiacere, che altre mie occupazioni non me l'abbian permesso; perciocchè questa maniera di cavar l'acqua dal metallo è forse la sola, che si possa adoperare. E se v'ha chi pretende che questo fumo che a me è sembrato umido, non contenga acqua, sarebbe sempre utile il sapere cosa sia, potendo anche non esser che metallo volatilizzato. Altronde io sono persuaso, che se si facessero le stesse prove sull' oro, si vedrebbe anch' esso, forse più, forse meno, fumare come l'argento.

te infiammato dei legni ogni volta che il Cielo era puro; e credo di poter assicurare, che con quattro specchi simili abbrucierebbesi alla distanza di 400. piedi, e fors' anche più lungi. Io ho eziandio fusi tutt' i metalli, ed i minerali metallici a 25, 30, e 40 piedi. Nel proseguimento poi di quest' articolo si troveranno gli usi, ai quali si possono applicare questi specchi, ed i limiti che assegnar si debbono alla loro potenza riguardo alla calcinazione, combustione, fusione, ec.

Una mezz' ora circa è necessaria per adattare lo specchio, e far coincidere le immagini allo stesso punto; ma assestato una volta serve per sempre, e solamente tirando una bandinella si darà fuoco alle materie combustibili prontissimamente, senza che vi sia necessità di disestarlo a meno che non si voglia mutar la distanza; per esempio, collocato in maniera d'abbruciare a 100 piedi, è necessaria una mezz' ora per adattarlo alla distanza di 150 piedi, e così dell' altre.

Questo specchio arde all' alto, al basso, ed orizzontalmente secondo la diversa inclinazione che gli si dà; le sperienze ch' io ho rapportate or ora, sono state fatte pubblicamente nel Giardino del Re, su d' un terreno orizzontale, e contro a tavole verticalmente poste: non credo necessario l'avvertire che lo specchio avrebbe abbruciato con maggior forza in alto, che non in basso; come ancora che più vantaggio si ha dall' inc-

cli-

clinare il piano delle materie combustili paralellamente al piano dello specchio. Questo vantaggio di bruciare in alto, in basso, ed orizzontalmente, che non hanno gli specchi ordinarj di riflessione, i quali non abbruciano che in alto, deriva dall'esser molto lontano il suo foco, e dall'aver tanto poco di concavità, ch'è quasi insensibile all'occhio; esso è largo 7 piedi, ed alto otto, ciocchè, quando abbruciasi a 150 piedi, non forma più che la 150 parte incirca della circonferenza della sfera.

La ragione, che mi determinò a preferire i cristalli di 6 pollici di larghezza sopra 8 pollici d'altezza a' cristalli quadrati di 6 o 8 pollici, si è, che molto più comodo riesce il fare le sperienze sopra un terreno orizzontale, ed a livello, che non farle di basso in alto; e che con questa figura più alta che larga, le immagini eran più rotonde, laddove con cristalli quadrati sarebbono state scorciate in questa situazione orizzontale, massime attese le piccole distanze.

Questa scoperta ci somministra de' vantaggi per la Fisica, e fors'anche per le Arti. Noi sappiamo che gli specchi ordinarj di riflessione rendonsi poco men che inutili per le sperienze, perchè bruciano sempre in alto, e perchè si prova molta difficoltà nel trovar maniere di sospendere, e sostenere al loro foco le materie che fonder si vogliono, o calcinare. Per mezzo del mio specchio si farà che brucino in basso gli specchi concavi

vi, e con vantaggio tanto considerevole che si otterrà qualsivoglia grado di calore; per esempio, mettendo dirimpetto al mio specchio uno specchio concavo d'un piede quadrato di superficie, il calore che quest'ultimo specchio produrrà al suo foco, non adoperando più che cento cinquantaquattro cristalli, sarà oltre dodici volte più grande di quello ch'esso ordinariamente produce, e l'effetto sarà lo stesso, come se esistessero dodici Soli invece di uno, o piuttosto come se il Sole avesse dodici volte più di calore.

In secondo luogo per mezzo del mio specchio si avrà la vera scala dell'aumento del calore, e formeremo un termometro reale, le cui divisioni non avran più niente d'arbitrario dalla temperie dell'aria fino a quel grado di calore che si vorrà, facendo cadere ad una ad una successivamente le immagini del Sole una sull'altra, e graduando gli intervalli, o mercè d'un liquore espansivo, o d'una macchina di dilatazione; da ciò verremo a saper realmente cosa sia un aumento di calore (21) doppio, triplo, quadru-

(21) Il fu Sig. de Mairan fece una sperienza con tre soli cristalli, e trovò che gli accrescimenti del doppio e del triplo di calore eran come le divisioni del termometro di Reaumur; ma niente conchiuder devesi da una tale sperienza, la quale non ha dato luogo a que-

druplo, e conosceremo le materie, delle quali l'espansione, e gli altri effetti saran più atti a misurare gli accrescimenti di calore.

In terzo luogo noi sapremo precisamente quante volte il calore del Sole è necessario per abbruciare, fondere, o calcinare materie diverse, ciocchè non si è saputo finora calcolare che in una maniera vaga, e molto lontana dalla verità; e noi saremo in istato di fare paragoni precisi dell'attività de' nostri fuochi con quella del Sole, e di aver su di ciò rapporti esatti, e misure fisse, ed invariabili.

Finalmente esaminata che si sarà la teoria da me data, e veduto l'effetto del mio specchio, saremo convinti che il mezzo da me impiegato era il solo, per cui fosse possibile di riuscire a bruciar da lontano; perciocchè, indipendentemente dalla fisica difficoltà di fare grandi specchi concavi, sferici, parabolici, o di altra curvatura qualunque assai regolare per bruciare a 150 piedi, ciascuno agevolmente si persuaderà, che, essendo il loro foco quasi ugualmente largo, essi produrrebbero a un dipresso ugual' effetto del mio; che inoltre questi specchi curvi quand' anche fosse possibile l'eseguirli, avrebbero il di-

---

a questo risultato, se non per una specie d' azzardo. *Vedi a questo proposito quanto ho detto nel mio* TRATTATO DEGLI ELEMENTI.

difetto grandissimo di non abbruciare che ad una sola distanza, laddove il mio arde a tutte le distanze: e per conseguenza si abbandonerà il progetto di fare con cristalli curvi gli specchi per ardere da lontano, cosa che ha inutilmente occupato un gran numero di Matematici, e d'Artisti, ingannati mai sempre dal risguardare come paralleli i raggi del Sole, quandochè in questo caso debbonsi considerare tali quali sono, cioè come formanti angoli d'ogni grandezza da zero fino a 32 minuti. E da ciò risulta che qualunque curvatura diasi ad uno specchio, egli è impossibile di rendere il diametro del foco più piccolo della corda dell'arco, che misura quest'angolo di 32 minuti. Quindi, quand'anche si potesse costruire uno specchio concavo per bruciare ad una distanza grande, per esempio di 150 piedi, lavorandolo in tutt'i suoi punti sopra una sfera di 600 piedi di diametro, ed adoperando una enorme massa di vetro, o di metallo, è chiaro che si verrà ad avere pressochè ugual vantaggio a non servirsi all'opposto, che di piccoli specchi piani.

Del resto, siccome ogni cosa ha i suoi limiti, quantunque il mio specchio sia suscettibile d'una maggior perfezione, tanto per riguardo all'adattamento, come per riguardo a parecchie altre cose; e quantunque io pensi a farne un altro, i cui effetti saran superiori; non dobbiamo sperare però di poter bruciare giammai a distanze grandissime: imper-

per-

perciocchè per abbruciare per eſempio, alla diſtanza di mezza lega, ſarebbe meſtieri d' uno ſpecchio due mille volte più grande del mio; e noi non potremo giammai abbruciare più che a 800, o 900 piedi a dir molto. Il foco il cui movimento corriſponde ſempre a quello del Sole è tanto più pronto, quanto è più lontano dallo ſpecchio, ed alla diſtanza di 900 piedi, eſſo ſarebbe un camino di circa 6 piedi per minuto.

Non è neceſſario l'avvertire, che con piccoli pezzi piatti di criſtallo, o di metallo ſi poſſon fare ſpecchi, i cui fochi ſaranno variabili, ma che abbruceranno a diſtanze piccole con una vivacità grande; e montandoli quaſi come montanſi i paraſoli, un ſolo movimento baſta per accomodarne il foco.

Dopo d'aver reſo conto della mia ſcoperta, e dell'eſito delle mie ſperienze, deggio rendere ad Archimede, ed agli Antichi la gloria che loro è dovuta. Egli è certo, che Archimede ha potuto cogli ſpecchi di metallo far ciò ch' io faccio con quei di vetro; egli è ſicuro altresì ch' eſſo aveva più lumi che non abbiſognano per ideare la teoria che mi ha ſervito di guida, e la meccanica che ho fatto eſeguire; che per conſeguenza non può negarſegli il titolo di primo inventore di queſti ſpecchi, reſi dall' occaſione in cui egli ſeppe ſervirſene, più celebri di quello, che la coſa ſi meritaſſe.

Quando io lavorava dietro a queſti ſpecchi, non ſapeva minutamente tutto quello che

che detto ne avevan gli Antichi ; ma dopo che mi riuscì di farli, fui sollecito d'instruirmene. Il fu Sig. Melot dell'Accademia di Belle-lettere, ed uno de' Bibliotecarj del Re, la cui erudizione, e i cui talenti eran noti a tutt'i Saggi, ebbe la bontà di comunicarmi un'eccellente Dissertazione che egli aveva fatta sopra questo soggetto, nella quale riferisce le testimonianze di tutti gli Autori che han parlato degli specchi ustorj d'Archimede; quelli che ne parlan più chiaramente sono Zonara, e Tzetze, che vivevan nel XII. secolo: il primo di essi asserisce, che *Archimede* co' suoi specchi ustorj incenerì tutta la flotta de' Romani: *questo Geometra*, dic'egli, *avendo ricevuti i raggi del Sole su d'uno specchio, mercè questi raggi raccolti, e riflessi dalla grossezza, e levigatezza dello specchio, appiccò fuoco nell'aria, ed eccitò una gran fiamma, che si lanciò tutta intera sui vascelli, i quali scomposti dall'attività della medesima furono tutti ridotti in cenere*. Lo stesso Zonara riferisce altresì, che nell'assedio di Costantinopoli, sotto l'Impero d'Anastasio l'anno 514 di Gesù Cristo, Proclo arse con specchi di rame la flotta di Vitaliano, che assediava Costantinopoli; ed aggiunge che questi specchi eran un'antica scoperta, e che l'istorico Dione ne dà l'onore ad Archimede che la fece, e se ne servì contro i Romani, allorchè Marcello assediò Siracusa.

Tzetze non solo riferisce, ed assicura il fat-

fatto degli specchi, ma eziandio ne spiega in qualche modo la costruzione. *Quando i vascelli Romani*, dic'egli, *furon alla portata della freccia, Archimede fece fare una specie di specchi essagoni, ed altri più piccoli di ventiquattro angoli per ciascuno, che collocò in una distanza proporzionata, e che potevansi movere per mezzo delle loro nocelle, e di certe lame di metallo. Collocò egli lo specchio essagono in maniera che fosse tagliato nel mezzo dal mezzogiorno d'inverno, e d'estate, cosicchè i raggi del Sole ricevuti in questo specchio risrangendosi, eccitarono un gran fuoco che ridusse in cenere i Vascelli Romani, tuttochè fossero lontani alla distanza d'un tiro di freccia.* Questo passo mi sembra assai chiaro; fissa egli la distanza alla quale Archimede abbruciò, non potendo esser altra la portata d'una freccia, se non la distanza di 150 a 200 piedi. L'idea ch'egli ne dà della sua costruzione dimostra, che lo specchio d'Archimede poteva essere come il mio, composto di parecchi piccoli specchi che movevansi col movimento delle nocelle, e delle molle; e finalmente indica la posizione dello specchio dicendo che lo specchio esagono, attorno al quale eranvi senza dubbio gli specchi più piccoli, era tagliato dal meridiano: che vuol dire verisimilmente, che lo specchio dev'essere direttamente opposto al Sole. Per altro lo specchio esagono era probabilmente quello in cui l'immagine serve di mira per adattare le altre; e questa figura non

non è del tutto indifferente, come anche quella de'ventiquattro angoli o de' ventiquattro lati dei piccoli specchi. Si può comprender facilmente che si ha in realtà del vantaggio dando a questi specchi una figura poligona d'un gran numero di lati uguali, affinchè la quantità di luce sia meno inegualmente ripartita nell' immagine riflessa; e sarà ripartita meno inegualmente ch'è possibile, se gli specchi saranno circolari. Quantunque io abbia veduto che usando specchi quadrangolari lunghi 6 pollici sopra 8 v'era della perdita, ho tuttavia anteposta questa forma, perchè, come ho detto, è la più vantaggiosa per bruciare orizzontalmente.

Nella stessa dissertazione del Sig. Melot ho ritrovato altresì, che il P. Kircher avea scritto che Archimede avesse potuto abbruciare ad una gran distanza con specchi piani; e che l'esperienza gli aveva insegnato, che, riunendo a questo modo le immagini del Sole producevasi uu calore considerevole nel punto di riunione.

Finalmente nelle Memorie dell'Accademia, *anno* 1726, il Sig. de Fay, di cui porterò sempre la memoria e i talenti, sembra essere stato vicino a questa scoperta; dic'egli, *che avendo ricevuta l' immagine del Sole su d'uno specchio piano d'un piede in quadrato, ed avendola su d'uno specchio concavo di* 17 *pollici di diametro spinta fino a* 600 *piedi, essa aveva ancora la forza di bruciare materie*

rie combustibili al foco di quest'ultimo specchio. Alla fine poi della sua Memoria, dice, *che alcuni Autori*, intende senza dubbio di parlare del P. Kircher, *han proposto di formare uno specchio d'un foco lunghissimo per mezzo d'un gran numero di piccoli specchi piani tenuti in mano da molte persone, e dirette per modo che le immagini del Sole formate da ciascuno di questi specchi concorressero in un medesimo punto; e che questa era forse la maniera più sicura di riuscirne, e la meno difficile ad eseguirsi*. Un poco di riflessione sull'esperienza dello specchio concavo e su questo progetto, avrebbe condotto il Sig. de Fay alla scoperta dello specchio d'Archimede, ch'egli per altro più sopra reputa favolosa; imperciocchè a me sembra, che sarebbe stato naturalissimo il conchiudere dalla sua sperienza, che, se uno specchio concavo di 17 pollici di diametro, su cui l'immagine del Sole non cadeva tutta intera, può tuttavia bruciare con questa sola parte dell'immagine del Sole riflessa a 600 piedi in un foco ch'io suppongo largo 3 linee; mille e cento cinquantasei specchi piani simili al primo specchio riflettente, debbono con più forte ragione abbruciare direttamente a questa distanza di 600 piedi; e che per conseguenza duecento ottantanove specchi piani riunendo le immagini, sarebbono stati più che bastanti a bruciare a 300 piedi: ma in materia di scoperte, l'ultimo passo, quantunque sia sovente il

il più facile, è ciò non ostante quello che si fa più di rado.

La mia Memoria tale quale ritrovasi quì è stata impressa nel volume dell'Accademia delle Scienze *dell'anno* 1747. col titolo: *Invenzione degli specchi per abbruciare ad una grande distanza*. Avendomi il fu Sig. Bouguer, e qualche altro membro dell'erudita Compagnia, fatte parecchie obbiezioni, tratte principalmente dalla dottrina di Cartesio nel suo Trattato di Diottrica, ho creduto dovergli rispondere colla Memoria seguente, la quale fu letta nell'Accademia lo stesso anno, ma che non feci stampare per un riguardo ch'ebbi a miei Avversarj di opinione. Siccome però, contenendo essa molte cose utili, potrebbe servire di preservativo contro gli errori che incontransi in alcuni libri di Ottica, massimamente in quello della Diottrica di Cartesio, e dall'altra parte serve di spiegazione, e di proseguimento alla Memoria precedente, ho giudicato perciò a proposito l'unirla quì, e pubblicarla insieme.

A R-

ARTICOLO SECONDO.

Rifleſſioni ſul giudizio di Carteſio, riguardo agli ſpecchi d'Archimede, col riſchiaramento della teoria di queſti ſpecchi, e colla ſpiegazione de' loro uſi principali.

LA Diottrica di Carteſio, quell' opera ch'egli ha dato come il primo, e principal ſaggio del ſuo metodo di ragionar nelle Scienze, dev'eſſere riputata un capo d'opera del ſuo tempo; ma le più belle ſpeculazioni vengono bene ſpeſſo ſmentite dall'eſperienza, e tutt'i giorni i ſublimi Matematici ſono obbligati di cedere ſotto a nuovi fatti; imperciocchè nell'applicazione che noi facciamo alle più piccole parti della Fiſica, dobbiamo diffidare di tutte le circoſtanze, e non fidarci tanto alle coſe che crediamo di ſapere, per giudicare affermativamente di quelle, che ignote ci ſono. Queſto è tuttavia un difetto pur troppo comune, ed io ho creduto di far coſa utile a quei che vogliono occuparſi nell'Ottica, eſponendo loro ciò che mancava a Carteſio, perchè ei poteſſe fornirci una teoria di queſta ſcienza, che foſſe ſuſcettibile d'eſſer ridotta alla pratica.

Il ſuo Trattato di Diottrica è diviſo in dieci Diſcorſi: nel primo il noſtro Filoſofo

parla della luce, di cui siccome egli ignorava il moto progressivo stato scoperto da Roëmer solo qualche tempo dopo, bisogna modificar tutto quello ch' egli ha detto a questo proposito, e non ritenere alcuna delle spiegazioni che ci dà rapporto alla natura, ed alla propagazione della luce, come eziandio i paragoni e le ipotesi di cui si serve per procurare di spiegare le cagioni, e gli effetti della visione. Noi sappiamo presentemente, che la luce impiega circa 7 minuti e mezzo a giungere dal Sole fino a noi; che questa emissione del corpo luminoso rinnovasi ad ogn' istante, e che i suoi effetti dipendono non già dalla pressione continua, e dall' azione, o piuttosto dall' istantaneo movimento d' una materia sottile; quindi tutte le parti di questo Trattato, in cui l'Autore servesi di questa teoria sono più che sospette, e non possono essere che erronee le conseguenze.

Lo stesso dee dirsi della spiegazione che Cartesio dà della rifrazione; perciocchè la sua teoria non solo è ipotetica riguardo alla cagione, ma la pratica è contraria in tutti gli effetti. I movimenti d' una palla che traversa l' acqua, sono moltissimo diversi da quei della luce, che passa per lo stesso mezzo; e s' egli avesse paragonato ciò che succede realmente ad una palla con quello che accade alla luce, ne avrebbe dedotte conseguenze del tutto opposte a quelle che ha dedotte.

E per

E per non ommettere una cosa essenzialissima, la quale potrebbe indurre in errore, è molto necessario di guardarsi (leggendo quest' articolo) dal credere col nostro Filosofo, che il moto rettilineo possa naturalmente cangiarsi in un movimento circolare, perciocchè quest' asserzione è falsa, ed il contrario è dimostrato da che sono cognite le leggi del moto. Siccome il secondo Discorso s' aggira in gran parte su quest' ipotetica teoria della rifrazione, io mi asterrò dal parlar minutamente degli errori che ne vengono in conseguenza, giacchè un Lettore avvertito non può non avvedersene.

Nel terzo, quarto, e quinto Discorso trattasi della visione, e la spiegazione che Cartesio dà riguardo alle immagini che formansi nel fondo dell' occhio è molto giusta; quanto dice però riguardo ai colori non può sostenersi, nè tampoco intendersi: imperciocchè come concepiremo, che una certa proporzione tra il moto rettilineo, ed un preteso moto circolare possa produrre colori? Questa parte è stata, come ognun sà, trattata a fondo, ed in maniera dimostrativa da Newton: e l' esperienza dimostra l' insufficienza di tutt' i sistemi precedenti.

Io non parlerò del sesto discorso, in cui egli s' ingegna di spiegare come si fanno le nostre sensazioni: per ingegnose che sieno le sue ipotesi, non vi vuol molto a capire ch' esse sono gratuite; e siccome in questa parte v' è quasi niente di matematico, è super-

fluo che noi ci fermiamo sopra.

Nel settimo ed ottavo Discorso espone Cartesio una bella teoria geometrica sulle forme che debbono avere i vetri, acciò producano gli effetti che possano servire alla perfezione della visione; e dopo d'aver esaminato cosa succede a' raggi che traversano questi vetri di forme differenti, conchiude che i vetri ellittici ed iperbolici sono i migliori di tutti per unire i raggi; e termina con dare nel nono Discorso la maniera di costrurre occhiali di lunga vista; e nel decimo ed ultimo Discorso quella di tagliare i vetri.

Questa parte dell'opera di Cartesio, ch'è propriamente la sola parte matematica del suo Trattato, è più ben fondata, e molto meglio ragionata delle precedenti; contuttociò la sua teoria non si è applicata alla pratica, non si sono tagliati i vetri ellittici o iperbolici; e questi famosi ovati che formano il principal oggetto della sua Geometria, sono andati in dimenticanza. Appena scoperta la differente refrangibilità de' raggi ignota affatto a Cartesio, è stata abbandonata questa teoria geometrica; perciocchè di fatti resta dimostrato che la scelta di queste forme non reca vantaggio, quanto è la perdita, che si fa per ragione della differente rifrangibilità de' raggi, i quali secondo il differente grado di loro rifrangibilità, più o meno avvicinansi. Ma siccome si è riuscito a fare gli occhiali acromatici, ne' quali la dif-

differente rifrangibilità de' raggi viene compensata da' vetri di differente grossezza, volendo dare agli occhiali acromatici tutta la perfezione, di cui sono suscettibili, sarebbe in oggi utilissimo il tagliare vetri iperbolici, o ellittici.

Dopo tutto ciò, che ho finora esposto non dobbiamo, per quanto a me sembra, maravigliarci che Cartesio abbia giudicato malamente degli specchi d' Archimede, poichè egli ignorava un sì gran numero di cose scoperte in appresso: ma siccome questo è il punto principale, ch' io voglio esaminare per metterci in istato di decidere è necessario riferire ciò ch' egli ne ha detto.

„ Voi potete altresì riflettere a questo pro-
„ posito che i raggi del Sole riuniti per
„ mezzo del vetro ellitico debbono abbrucia-
„ re con forza maggiore, che non riuniti
„ dall' iperbolico, perciocchè bisogna aver
„ riguardo non solamente ai raggi che ven-
„ gon dal centro del Sole, ma eziandio a
„ tutti gli altri, i quali dagli altri punti
„ della superficie dipartendosi non hanno al-
„ meno sensibilmente minor forza di quel
„ del centro; di maniera tale che la vio-
„ lenza del calore, ch' essi posson cagionare
„ deve misurarsi dalla grandezza del corpo
„ che gli avvicina, paragonata con quella
„ dello spazio in cui vengon riuniti . . . .
„ senza che la grandezza del diametro di
„ questo corpo, o la sua figura particolare
„ possa aggiungervi a dir molto più d'un quar-

„ to, o d'un terzo in circa : egli è certo
„ che questa linea abbruciante all' infinito,
„ ideata da alcuni, altro non è che un so-
„ gno.

Finquì trattasi soltanto dei vetri abbrucianti per rifrazione, ma questo ragionamento applicar devesi medesimamente agli specchi per riflessione e prima di dimostrare, che l' autore non ha cavate da queste teorie le conseguenze, che doveva dedurne, sarà bene rispondergli tosto coll' esperienza. Questa linea ardente all' infinito ch' egli risguarda come una stravaganza, potrebbe eseguirsi per mezzo di specchi di riflessione simili al mio, non già ad una distanza infinita giacchè l'uomo niente può far d'infinito, bensì ad una distanza indefinita assai considerevole. Impercioccchè supponiamo, che il mio specchio invece di esser composto di ducento ventiquattro cristalli, fosse composto di due mille com' è possibile; non ne abbisognando che venti per ardere a 20 piedi, e 'l foco essendo come una colonna di luce, questi 20 cristalli bruciano nel tempo istesso a 17 ed a 23 piedi; con venticinque altri cristalli io avrò un foco che brucerà dai 23 fino ai 30; con ventinove cristalli un foco che brucierà dai 40 fino ai 52; con quaranta cristalli dai 52 fino ai 64; con cinquanta cristalli dai 76 fino ai 88; con settanta cristalli dagli 88 fino ai 100 piedi. Ecco dunque fin d'ora una linea ardente dai 17 fino ai 100 piedi, mentre io non avrò in-

impiegato per essa più di 300 ventotto cristalli. Per continuarla basta far da principio un foco di ottanta cristalli, perchè arda dai 100 piedi fino ai 116, novantadue cristalli, dai 116 fino ai 134 piedi; e cento otto cristalli dai 134 fino ai 150, e cento ventiquattro cristalli dai 150 fino ai 170, e cento cinquantaquattro cristalli dal 170 fino ai 300 piedi; quindi ecco che la mia linea abbruciante arde alla distanza di 100 piedi di più; di maniera che da diciassette fino a 200 piedi un corpo combustibile, collocato in qualunque sito di questa distanza, sarà bruciato; e per ciò ottenere non è necessario adoperare in tutto più che ottocento ottantasei cristalli di sei pollici; ed adoperando il resto de' due mille cristalli io allungherei nella stessa maniera la mia linea ardente fino a 300, o 400 piedi; e quindi con un numero maggiore di cristalli, per esempio con quattro mille, io la spingerei più lungi d'assai, ad una distanza indefinita. Ora tutto ciò che nella pratica è indefinito può considerarsi come infinito nella teoria; dunque il nostro celebre Filosofo non ha avuto ragione di dire che questa linea abbruciante all'infinito non era che un vaneggiamento.

Ma ritorniamo alla teoria: niente è più vero di quel che dice Cartesio sul proposito della riunione de' raggi del Sole, la quale non operasi in un punto, bensì in uno spazio o foco, il cui diametro s'aumenta in

proporzione della diſtanza. Ma queſto gran Filoſofo non ha ben compreſa l' eſtenſione di un principio ch' egli non ci ha dato ſe non come una riflessione, imperocchè s' egli vi avesse fatto attenzione, non avrebbe in tutto il reſtante della ſua opera, conſiderati i raggi del Sole come paralelli, ſtabilito non avrebbe per fondamento della teoria della coſtruzione degli occhiali l' unione de' raggi in un punto, e guardato ſarebbeſi dal dire affermativamente (*pag* 131), *Noi potremo per mezzo di queſta invenzione, ſcorgere negli aſtri gli oggetti così particolari e così piccoli, quanto quelli che comunemente vediam ſulla terra*. Queſt' aſſerzione non poteva eſſer vera ſe non ſupponendo il parallelismo de' raggi, e l' unione de' medeſimi in un ſol punto; e per conſeguenza è oppoſta alla ſua propria teoria, o per meglio dire egli non s' è ſervito della teoria, come dovea fare. In fatti s' egli non aveſſe perduto di viſta queſt' oſſervazione, avrebbe ſoppreſſi i due ultimi libri della ſua Diottrica; perciocchè avrebbe capito che quand' anche gli Operai aveſſero potuto tagliare i vetri com' egli voleva, queſti vetri non avrebbero prodotti gli effetti ch' egli pretende, di farci diſtinguere i più piccoli oggetti negli aſtri; a men che non aveſſe nel tempo ſteſſo ſuppoſta in queſti oggetti un' intenſità di luce infinita, o, ciò ch' è lo ſteſſo, ch' eſſi malgrado la lontananza loro aveſſero potuto formare un' angolo ſenſibile ai noſtri occhi.

Sic-

Siccome questo punto d'Ottica non è stato mai bene schiarito, perciò io ne parlerò quì minutamente. Si può dimostrare che due oggetti egualmenre luminosi, e i cui diametri sono differenti, ovvero che due oggetti i cui diametri sono uguali, l'intensità di luce de' quali è differente, debbono essere osservati con occhiali differenti; che per osservare col maggior vantaggio possibile, sarebbero necessarj canocchiali differenti per ciascun Pianeta; che, per esempio Venere che ci sembra molto più piccola della Luna, la luce della quale suppongo per un momento uguale a quella della Luna, dev'essere osservata con un cannocchiale d'un foco più lungo; e che la perfezione de' cannocchiali, per trarre da essi il maggior vantaggio possibile, dipende da una combinazione che bisogna fare non solo tra i diametri e le curvature de' vetri, come l' ha fatta Cartesio, ma eziandio tra questi stessi diametri, e l'intensità della luce dell'oggetto che osservasi. Quest'intensità della luce di ciascun'oggetto è un elemento che gli Autori, che hanno scritto sull'Ottica, non hanno avuto mai presente, quantunqne influisca più che non fa l'accrescimento dell'angolo, sotto il quale un oggetto presentarcisi deve in virtù della curvatura de' vetri. Lo stesso è d'una cosa che sembra essere un paradosso, ed è che gli specchi ustorj tanto per riflessione, quanto per rifrazione sarebbero un effetto sempre uguale, a qualunque distanza dal Sole si collocasse-

fero. Per esempio il mio specchio che brucia sulla Terra il legno a 150 piedi, brucierebbe a 150 piedi, e con ugual forza il legno anche in Saturno, quando però il calore del Sole è circa cento volte minore che sulla Terra. Io non dubito che chi ha buon giudizio comprenderà senz' altra dimostrazione la verità di queste due proposizioni, quantunque tutte due nuove, e singolari.

Ma per non discostarmi dal soggetto che mi son proposto, e per dimostrare che Cartesio; non avendo la teoria ch' è necessaria per costruire gli specchi d' Archimede, non era in istato di decidere ch' essi fossero impossibili, voglio far vedere per quanto potrò, in che consistesse la difficoltà d' una tal invenzione.

Se il Sole invece di occupare a' nostri occhi uno spazio di 32 minuti fosse ridotto in un punto, allora certamente questo punto di luce riflesso da un punto d' una superficie levigata, produrrebbe in tutte le distanze una luce, ed un calor eguale (poichè l' interponimento dell' aria niente, o quasi niente influisce); e per conseguenza uno specchio, la cui superficie fosse eguale a quella d' un altro, brucierebbe a dieci leghe quasi egualmente bene che il primo a 10 piedi, se fosse possibile di lavorarlo su d' una sfera di quaranta leghe, come l'altro si può lavorare su d' una sfera di 40 piedi: imperciocchè ciascun punto della superficie dello specchio, venendo a riflettere il punto luminoso

a cui

a cui noi abbiamo ridotto il disco del Sole, variando la curvatura degli specchi, si avrà un egual calore, od una egual luce in tutte le distanze senza cangiare i loro diametri; onde in questo caso per bruciare ad una distanza grande richiederebbesi propriamente uno specchio esattissimamente lavorato su d' una sfera o iperboloide proporzionata alla distanza; o pure uno specchio tagliato in un' infinità di punti fisici piani, che dovrebbonsi far coincidere al medesimo punto. Ma il disco del Sole occupando uno spazio di 32 minuti, egli è chiaro, che lo stesso specchio sferico, o iperbolico, o di qualsivoglia altra figura, non può mai in virtù di questa figura, ridurre l' immagine del Sole in uno spazio più piccolo di 32 minuti; che allora l' immagine crescerà sempre a misura che si allontanerà; e che inoltre ciascun punto della superficie ci presenterà una immagine d' una larghezza medesima, per esempio d' un mezzo piede fino a 60 piedi. Ora, siccome per ottener tutto l' effetto possibile richiedesi, che tutte le immagini coincidano in questo spazio d' un mezzo piede, allora invece di tagliare lo specchio in un' infinità di parti, apparisce evidentemente ch' è pressochè uguale, e più comodo d' assai il non tagliarlo, se non in un picciol numero di parti piane, ciascun d' un mezzo piede di diametro: perchè così ciascun piccolo specchio piano d' un mezzo piede, presenterà un' immagine all' incirca d' un mezzo pie-

 de,

de, la quale per poco non sarà luminosa quanto un' eguale superficie d' un mezzo piede ricevuta nello specchio sferico, o iperbolico.

La teoria del mio specchio non consiste dunque, come s' è detto, nell' aver ritrovata l' arte di facilmente iscriver piani in una superficie sferica, e il mezzo di mutare a piacere la curvatura di questa superficie sferica; ma suppone altresì una riflessione più delicata, e non mai stata fatta da prima, cioè che si ha quasi ugual vantaggio tanto servendosi di specchi piani, quanto di quelli d' ogni altra figura, quando si vuol bruciare a una certa distanza, e che la grandezza dello specchio piano è determinata dalla grandezza dell' immagine a questa distanza, di maniera che alla distanza di 60 piedi, nella quale l' immagine del Sole è del diametro d' un mezzo piede in circa, si brucierà quasi egualmente bene cogli specchi piani d' un mezzo piede, che cogli iperbolici meglio lavorati, purchè siano della medesima grandezza. Parimente cogli specchi piani d' un pollice e mezzo abbrucierassi a 15 piedi con forza quasi tanto uguale, quanto con uno specchio lavorato esattamente in tutte le sue parti; e a dir in breve uno specchio a faccette piatte, produrrà ad un dipresso tanto effetto quanto uno specchio lavorato coll' ultima esattezza in tutte le sue parti, purchè la grandezza di ciascuna faccetta sia eguale alla grandezza dell' immagine del Sole. Per questa

sta

sta ragione v' ha una certa proporzione tra la grandezza degli specchi piani, e le distanze; e possonsi nel mio specchio adoperare con ugual vantaggio cristalli grandi per bruciar più da lontano, quanto per bruciar più da vicino.

Imperciocchè, se ciò non fosse, si vede ben tosto che riducendo per esempio i miei cristalli di sei pollici a tre pollici, ed adoperando quattro volte tanti di questi come de' primi cristalli (ciò che riguardo all' estensione della superficie dello specchio sarebbe lo stesso) avrei avuto quattro volte più d' effetto: e che quanto più piccoli fossero i cristalli tanto maggior effetto produrrebbe lo specchio. A ciò solo limitata sarebbesi l' arte di alcuno, che studiato soltanto si fosse d' iscrivere una superficie poligona in una sfera, ed ideato avesse l' espediente di cui io mi son servito per far cangiare a sua voglia la curvatura di questa superficie; giacchè avrebb' egli fatto i cristalli più piccoli che gli fosse stato possibile. Ma il fondo di questa teoria si è l' aver riconosciuto, che non solamente trattavasi d' iscriver con esattezza una superficie poligona in una sfera, e di farne a piacere, variare la curvatura; ma eziandio che ciascuna parte di questa superficie doveva (per produrre facilmente un grand' effetto) aver una certa determinata grandezza; locchè forma un problema molto differente, la cui soluzione mi dimostrò, che in vece di lavorare o taglia-

gliare uno specchio in tutte le sue parti ; per far coincidere le immagini al medesimo sito, bastava tagliarlo, o lavorarlo a faccette piane ed in parti grandi , ed uguali alla grandezza dell' immagine ; e che poco vantaggio si veniva ad ottenere tagliandolo in parti troppo piccole , o , ciò ch' è la medesima cosa , lavorandolo esattamente in tutt' i suoi punti . Per questo motivo nella mia memoria ho detto , che per bruciare a grandi distanze bisogna immaginare qualche cosa di nuovo , e del tutto indipendente da quanto si era pensato, e praticato in addietro ; ed avendo geometricamente calcolata la differenza , ritrovai che uno specchio perfetto di qualunque curvatura esser si possa , non avrà sul mio giammai vantaggio maggiore di 17 a 10 ; e che nel tempo stesso l' esecuzione ne sarebbe impossibile , ancorchè non si trattasse di bruciare se non a piccola distanza , come di 25 o 30 piedi . Ma ritorniamo alle asserzioni di Cartesio.

Egli dice poscia ,, che avendo due vetri ,, o specchi ustorj , l' uno de' quali sia più ,, grande dell' altro (di qualunque maniera ,, esser si possano, purchè le loro figure sien ,, eguali) il più grande deve unire i raggi ,, del Sole in uno spazio maggiore e più ,, lontano del più piccolo ; ma che questi ,, raggi non debbono aver più forza in ciascuna parte di questo spazio , che non ,, hanno in quello in cui il più piccolo li ,, riunisce , di maniera che si possono fare

,,ve-

„ vetri, o specchi estremamente piccoli, i
„ quali abbrucieranno con egual violenza,
„ che i più grandi.

Questo è assolutamente contrario alle sperienze da me riferite nella mia Memoria, in cui ho dimostrato che ad uguale intensità di luce un gran punto di concorso abbruccia assai più d'un piccolo, ed a questa osservazione tutta opposta al sentimento di Cartesio ho in parte appoggiata la teoria de' miei specchi; perciocchè ecco ciò che segue dall' opinione di questo Filosofo. Prendiamo un gran specchio ustorio come quello del Sig. Segard di 32 pollici di diametro, e d' un foco di 9 linee di larghezza a 6 piedi di distanza, al qual foco fondesi il rame in un minuto, e facciamo nelle proporzioni medesime un piccolo specchio ustorio di 32 linee di diametro, il cui foco sarà di $\frac{9}{12}$ o di $\frac{3}{4}$ di linea di diametro, e la distanza di 6 pollici; poichè il gran specchio, nell' estensione del suo foco ch' è di 9 linee, fonde il rame in un minuto, il piccolo, nell' estension del suo foco che è di $\frac{3}{4}$ di linea, deve, secondo Cartesio, in egual tempo fondere la stessa materia: ora volgendoci all' esperienza vedremo che questo piccolo vetro ustorio, ben lontano dal fondere il rame, potrà appena comunicare al medesimo un poco di calore.

Siccome questa è una considerazione fisica, la quale ha giovato non poco ad accrescere le mie speranze in tempo che dubita-

va

va ancora di poter produr fuoco ad una distanza grande, mi stimo in dovere di comunicare ciò che ne ho pensato.

La prima cosa, cui io posi mente, si è che il calore comunicasi di grado, e disperdesi nel tempo stesso, che si continua ad applicarlo al medesimo punto; per esempio, se si fa cadere il foco d'un vetro ustorio sul centro d'uno scudo, e questo foco non abbia che una linea di diametro, il calore ch'esso produce nel centro dello scudo si disperde, e propagasi per l'intero volume dello scudo, il quale riscaldasi fino alla circonferenza; allora tutto il calore, quantunque da principio diretto contro il centro dello scudo, non vi si arresta, e non può produrre quell'effetto che produrrebbe, se tutto intero vi si fermasse. Ma se invece d'un foco d'una linea che cada sul mezzo dello scudo, io vi faccio cader sopra tutto intero un foco di forza eguale al primo; in quest'ultimo caso, rimanendo egualmente scaldate tutte le parti dello scudo, non v'è perdita di calore, come nel primo; ed il punto di mezzo, approfittando del calore degli altri punti, quanto essi approfittano del suo lo scudo in quest'ultimo caso verrà fuso, laddove nel primo non sarà rimasto più che leggermente scaldato. Io ho quindi conchiuso, che ogni qualvolta possiamo formare un foco grande, siamo sicuri di ottenere effetti maggiori che con un piccolo, quantunque in tutti due l'intensità di luce sia egua-

guale: e che un piccolo specchio ustorio non può giammai far l' effetto d' un grande; ed inoltre che con una minor intensità di luce, supposta sempre eguale la figura di due specchi, un grande deve produrre maggior effetto d' un picciolo. Questo che come ognun vede, è direttamente opposto a quanto dice Cartesio, rimane confermato dalle sperienze riferite nella mia Memoria: io però non mi son contentato di saper in maniera generale, che i grandi fuochi agissero con maggior forza che i piccoli, ma ho determinato a un dipresso il grado di un tal accrescimento di forza, e l' ho ritrovato considerevolissimo; perciocchè ritrovai che, se in uno specchio per bruciare è necessaria cento quarantaquattro volte la superficie d' un foco del diametro di sei linee; si richiede almeno il doppio, cioè ducento ottantotto volte questa superficie, per bruciare con un fuoco di due linee; e che ad un foco di 6 pollici non è necessaria per bruciare trenta volte questa stessa superficie, locche come ben si vede, forma una differenza prodigiosa, la quale mi animò ad intraprendere il lavoro del mio specchio; intrapresa che senza questo riflesso sarbbe stata temeraria, e senza riuscita. Imperocchè, supponiamo per un momento ch' io non avessi avuto tal cognizione del vantaggio de' fochi grandi sui piccoli, ecco come sarei stato obbligato a ragionare. Poichè, acciò uno specchio bruci in uno spazio di due linee, è ne-

è necessaria duecento ottanta volte la superficie del foco: similmente perchè nello spazio di 6 pollici, saranno necessari duecento ottantotto cristalli o specchi di 6 pollici; e quindi per bruciare solamente a 100 piedi, sarebbe stato mestieri d' uno specchio composto di circa mille cento cinquantadue cristalli di 6 pollici. Questa grandezza enorme in confronto d' un piccolo effetto era più che bastante a farmi abbandonare il mio progetto se io conoscendo il vantaggio considerabile dei fochi grandi sui piccoli, il quale in questo caso è di 288 a 30; non avessi capito che con cento venti cristalli di 6 pollici, avrei certissimamente abbruciato a 100 piedi. Su quest' idea m' accinsi con fiducia alla costruzione del mio specchio, la quale (siccome è chiaro) suppone una teoria sì matematica, che fisica, molto diversa da quella che al primo colpo d'occhio immaginar si potesse.

Cartesio non doveva dunque affermare, che un piccolo specchio ustorio bruciasse con egual violenza che un grande.

In appresso dic' egli „ ed uno specchio „ ardente, il cui diametro non è maggiore „ che la centesima parte in circa della di„ stanza che passa tra esso, e il luogo in „ cui devonsi riunire i raggi del Sole; cioè „ uno specchio, il quale abbia con questa „ distanza la stessa proporzione che il dia„ metro del Sole ha colla distanza ch'è tra „ esso, e noi; questo specchio dissi, quan-

„ tun-

„ tunque levigato da un' Angelo non può
„ far sì che i raggi ch' esso riunisce, nel
„ sito in cui li raduna, riscaldino più di
„ quel che vengon direttamente dal Sole,
„ locchè intender devesi eziandìo degli spec-
„ chi ustorj a proporzione: di quì voi po-
„ tere scorgere che quel, che non sono be-
„ ne istruiti nell' Ottica lasciansi persuadere
„ di parecchie cose, le quali sono impossi-
„ bili, e che questi specchi co' quali s' è
„ detto che Archimede bruciasse alcuni va-
„ scelli in gran lontananza dovevan esse-
„ re estremamente grandi, o piuttosto ch'
„ essi sono favolosi.

Io ristringerò quì le mie riflessioni: se il nostro illustre Filosofo avesse saputo che ad ugual intensità di luce i gran fochi bruciano più dei piccoli, egli avrebbe assai diversamente giudicato, ed avrebbe posto una forte restrizione a questa conclusione.

Ma prescindendo anche da questa cognizione che gli mancava, il suo ragionamento non è affatto esatto; imperciocchè uno specchio ustorio, il cui diametro non è più grande che la centesima parte in circa di quello ch'è tra esso, ed il luogo ove deve riunire i raggi, non è più uno specchio ustorio; poichè il diametro dell'immagine è in questo caso quasi eguale al diametro dello specchio; e per conseguenza non può riunire i raggi, siccome dice Cartesio, il quale sembra, che non abbia capito, che questo caso

caso ridur devesi a quello degli specchi piani. Ma inoltre non servendosi se non di quanto egli sapeva, ed avea preveduto, egli è fuor di dubbio, che se avesse avuto riguardo all' effetto di questo preteso specchio ch' egli suppone levigato da un' Angelo, e che non deve riunire, ma soltanto riflettere la luce con tanta forza, quanta ne ha venendo direttamente dal Sole; avrebbe compreso che gli sarebbe stato possibile di bruciare a distanze grandi con uno specchio di mediocre grandezza, se fusse giunto a dare al medesimo la figura conveniente; perciocchè avrebbe ritrovato che in tale ipotesi, uno specchio di cinque piedi bruciato avrebbe a più di ducento piedi, e che per bruciare a questa distanza non è necessario sei volte il calor del Sole; e per la stessa ragione che uno specchio di sette piedi avrebbe bruciato quasi a 400 piedi; ciò che non esige specchi grandi per modo, che possansi reputar favolosi.

Restami da osservare che Cartesio ignorava a qual punto fosse alle volte necessaria la luce per bruciare, poichè egli non dice neppur una parola degli specchi piani, e che era molto lontano dal supporre la meccanica, con cui essi potevansi disporre per bruciare da lontano; e per conseguenza ha egli deciso senz' aver sufficienti cognizioni su questa materia, e senza riflettere bastantemente a quanto sapeva.

Del resto io non sono il primo a rimpro- ve-

verare in qualche maniera Cartesio a questo proposito, quantunque acquistato ne abbia più che un altro il diritto. Imperocchè per non uscire dal centro di questa Compagnia (22) ritrovo, che il Sig. de Fay s'è allontanato ben poco da quanto ne ho detto io stesso. Ecco le sue parole: *La quistione non è*, dic' egli, *se un tale specchio, il quale brucerebbe a seicento piedi sia possibile o nò, ma solo se fisicamente parlando ciò possa accadere. Quest' opinione è stata estremamente contraddetta, ed io debbo porre Cartesio alla testa di quei che l' han combattuta.* Quantunque però il Sig. de Fay riguardasse la cosa come impossibile ad eseguirsi, non ha tuttavia lasciato di capire che Cartesio non aveva avuto ragione di negarne la possibilità in teoria. Io confesserò di buona voglia che Cartesio s' accorse di ciò che succede alle immagini riflesse, o rifratte a differenti distanze: e che perciò la sua teoria è forse buona quanto quella del Sig. de Fay, il quale non l' ha dilucidata; ma le induzioni che Cartesio ne deduce sono troppo generali, e vaghe, e false le ultime conseguenze; s' egli avesse ben capita tutta questa materia, invece di chiamar impossibile, e favoloso lo specchio d' Arcimede,

(22) *L' Accademia Reale delle Scienze.*

negando la possibilità dell' invenzione ; e la sua opinione prevalse alle testimonianze, ed alla persuasione di tutta l' antichità.

Quant' or ora ho esposto, basta per giustificare questi termini, per li quali mi vien fatto un rimprovero, e che forse sono troppo forti, perchè Archimede era un grandissimo genio; e con dire che Cartesio era nato per giudicare di lui, ed anche per superarlo, ho capito che nell' espressione mia poteva esservi qualche poco di complimento per la nazione.

Avrei ancora più cose a dire su questa materia; ma siccome io mi sono molto dilungato, quantunque sforzato m' abbia d' esser breve, io mi contenterò di quanto ho esposto al proposito di questo soggetto, ma non posso poi tralasciare di parlar ancora per un momento sul punto istorico della questione, affine di soddisfare con questa sola Memoria a tutte le opposizioni, e difficoltà che mi sono state fatte.

Io non pretendo di decider assolutamente che Archimede siasi servito di simili specchi nell' assedio di Siracusa, e nemmeno ch' egli ne sia l' inventore, non avendoli io chiamati *specchi d' Archimede*, se non perchè essi erano da molti secoli conosciuti sotto questo nome. Gli Autori contemporanei, e quei de' tempi posteriori a quello d' Archimede, i quali sono pervenuti fino a noi non fanno menzione di questi specchi. Tito Livio, che si compiacque tanto di riferire cose

se maravigliose, non ne parla; Polibio, alla cui esattezza sfuggiti non sarebbero i gran ritrovati, giacchè si fa carico di minutamente riferire i meno importanti, e descrive accuratamente le più leggieri circostanze dell' assedio di Siracusa, osserva un profondo silenzio per rapporto a questi specchi. Plutarco, quell' Autor grave, ed assennato, il quale ha riunito un sì gran numero di fatti particolari concernenti la vita d' Archimede, parla degli specchi tanto, quanto i due precedenti. Eccovi più che non bisogna per credersi autorizzato a dubitare della verità di questa storia; ma queste non sono testimonianze negative, le quali, quantunque non indifferenti, non possono mai indurre una probabilità equivalente a quella d' una sola positiva.

Galeno che visse nel secondo secolo è il primo che ne ha parlato, e dopo aver raccontata la storia d' un uomo, il quale da lontano accese un mucchio di legno resinoso mescolato di colombina, dice che questa è la maniera con cui Archimede arse i vascelli de' Romani. Ma siccome questa maniera di bruciar da lontano egli non la descrive bene, e la sua espressione può egualmente significare un fuoco ch' egli abbia vibrato colla mano, o per mezzo di qualche macchina, come una luce riflessa per mezzo di uno specchio, la sua testimonianza non è chiara quanto basti a poter su di ciò conchiuder affermativamente. Tuttavia deve pre-

presumersi non senza gran probabilità, che non per altro motivo riferisca la storia di quest' uomo che ha bruciato da lontano, se non perchè egli ciò abbia fatto per singolar modo; e siccome s' egli non avesse bruciato se non lanciando il fuoco colla mano, o vibrandolo per mezzo d' una macchina, questa maniera di bruciare niente avrebbe avuto di straordinario; niente per conseguenza che degno fosse d' osservazione, e che meritasse d' essere riferito, e paragonato a quello che avea fatto Archimede; e quindi Galeno non ne avrebbe fatta menzione.

Noi abbiamo altresì simili testimonianze di due o tre altri Autori del terzo secolo, i quali soltanto asseriscono che Archimede bruciò da lontano i vascelli de' Romani, senza additare i mezzi di cui egli si servì; le testimonianze degli Autori del duodecimo secolo, e massime di Zonaras, e di Tzetzes da me citati non sono equivochi, cioè dimostranci chiaramente essere stato conosciuto dagli Antichi una tale invenzione, perciocchè la descrizione che ne fa quest' ultimo Autore, suppone necessariamente che o egli abbia ritrovata la maniera di costruire questi specchi, o che appreso l' abbia, è tratto da qualche Autore, il quale ne avesse fatto un esattissima descrizione, e che l' inventore, qualunque ei fosse, capisse a fondo la teoria di questi specchi, come risulta da quanto Tzetzes dice della figura di 24 angoli o 24 lati che avevan i piccoli specchi,

 la

la qual' è realmente la figura la più vantaggiosa. Quindi non si può recar in dubbio, che questi specchi non siano stati inventati, ed eseguiti altre volte, e l'autorità di Zonaras a proposito di Proclo, non è sospetta: *Proclo*, dic' egli, *se ne servì nell' assedio di Costantinopoli l' anno* 514, *e bruciò la flotta di Vitaliano*. Inoltre mi sembra una specie di prova ciò che Zonaras aggiunge, che Archimede fosse il primo inventore di questi specchi, perciocchè precisamente dice, che questa scoperta era antica, e con l' istorico Dione ne attribuisce l' onore ad Archimede che la fece, e se ne servì a danno de' Romani nell' assedio di Siracusa. I libri di Dione, ne' quali si fa menzione dell' assedio di Siracusa non sono pervenuti fino a noi, ma è assai probabile, che esistessero ancora a tempo di Zonaras, senza di che egli non gli avrebbe citati, come ha fatto. Valutate tutte le probabilità dell' una parte e dell' altra, rimane una forte presunzione, che Archimede abbia di fatti inventato questi specchi, e siasene valso contro i Romani. Il fu Sig. Melot da me citato nella mia Memoria, il quale aveva a questo proposito fatto particolari, ed esattissime ricerche, era di questo sentimento, ed era di parere, che Archimede realmente bruciato avesse i vascelli a mediocre distanza, e come dice Tzetzes, d' un tiro di freccia: questa distanza del tiro di freccia io l' ho valutato 150 piedi, dopo

ciò

ciò che mi venne detto da uomini saggi versatissimi nella cognizione delle antiche costumanze, i quali mi assicurarono che ogni qualvolta negli Autori parlasi del tiro di freccia, intender devesi la distanza, alla quale un uomo lancia colla mano una freccia o un dardo; per lo che, se ciò è vero, io credo di aver dato a questa distanza tutta l'estensione che può convenire.

Aggiungerò, che in nessuno Autore antico si move questione d'una distanza maggiore, come di tre stadj; ed io ho già detto, che l'Autore che mi si era obbiettato Diodoro di Sicilia, niente parla di ciò non meno che dell'assedio di Siracusa; e che ciò che rimanci di quest'Autore non passa oltre la guerra d'Ipso, e d'Antigono, la quale seguì circa sessant'anni prima dell'assedio di Siracusa. Non può dunque scusarsi Cartesio con supporre ch'egli abbia creduto, che la distanza, alla quale si è preteso che Archimede avesse bruciato, fosse grandissima, per esempio di tre stadj, poichè ciò non leggesi in alcun Autore antico, dove al contrario ritrovasi in Tzetzes, che questa distanza non era maggiore del tiro di freccia. Io sono tuttavia convinto, che Cartesio abbia riguardato come molto grande questa stessa distanza, e ch'egli fosse persuaso non esser possibile di fare specchi per bruciare a 150 piedi, e finalmente che per questa ragione reputasse favolosi quei d'Archimede.

Del resto gli effetti dello specchio ch' io ho costrutto non debbono risguardarsi se non come sperienze, sulle quali si possono con verità determinar sicuramente tutte le proporzioni, ma che non dobbiamo considerare come i più grandi effetti possibili; imperciocchè io son persuaso, che se far si volesse con tutte le necessarie attenzioni uno specchio simile, esso produrrebbe più del doppio dell' effetto. La prima cautela sarebbe di scegliere cristalli di figura esagogna, ed anche di 24 lati invece di prenderli bislunghi come quei de' quali io mi son servito, e ciò affine di avere tali figure che potessero combinarsi senza lasciar grandi intervalli, e che nel tempo stesso s' accostassero alla figura circolare. La seconda sarebbe di far levigare all' ultimo grado questi cristalli da un Occhialaio, invece di adoperarli tali quali escono dalla fabbrica, dove, siccome per levigarli si adopera una porzione di cerchio, i cristalli sono sempre alquanto concavi, ed irregolari. La terza attenzione sarebbe di scegliere fra un gran numero di cristalli quei che ad una distanza grande siano per presentare un' immagine più viva, e meglio compita, locchè è estremamente importante, ed a tal segno che nel mio specchio vi sono cristalli, i quali soli producono tre volte più effetto degli altri a gran distanza, quantunque a piccola distanza, come di 20 o 25 piedi l'effetto sembri assolutamente lo stesso. Quarto,

to, per ardere a 150 o 200 piedi sarebbero necessarj cristalli d'un mezzo piede di superficie tutt' al più, e d'un piede di superficie per bruciare a 300 o 400 piedi. Quinto, sarebbe duopo di farli stagnare con maggior cura che non si usa ordinariamente: io ho osservato che in generale i cristalli stagnati di fresco riflettono maggior luce di quei che sono stagnati da molto tempo; imperciocchè la stagnatura riseccando si stacca, si divide, e lascia de' piccoli intervalli che riconosconsi guardandovi da vicino con una lente: e questi piccoli intervalli, lasciando il passaggio alla luce, fanno sì che il cristallo ne rifletta tanto meno. Potrebbesi trovare la maniera di far una migliore stagnatura, e a tanto credo che si giungerebbe adoperando dell' oro, e dell' argento vivo: la luce con questa riflessione sarebbe forse alquanto più gialla, ma ciò ben lungi dall'apportare svantaggio, penso anzi che recherebbe dell'utile, perciocchè i raggi gialli sono quei che feriscono più fortemente la retina, ed abbruciano più violentemente, siccome io credo d'essermene assicurato con riunire per mezzo d' un vetro lenticolare una quantità di raggi gialli somministratimi da un gran prisma, e con paragonare la loro azione con una quantità di raggi d'ogni altro colore, riuniti dallo stesso vetro lenticolare, e presentati dallo stesso prisma. Sesto, vi vorrebbe un telajo di ferro, alcune viti di rame, ed una molla per trattenere ciascuna delle piccole tavo-

le che sostengono i cristalli; e tutto ciò conforme al modello ch' io ho fatto eseguire dal Sig. Chopitel, affinchè il diseccamento, e l' umidità che agiscono sul telajo, e sulle viti in legno non cagionassero alcun' inconveniente, ed il foco una volta formato non fosse soggetto ad allargarsi ed a disfestarsi, allorquando lo specchio si fa girare sul suo perno, o muovere intorno al suo asse per tener dietro al Sole; sarebbe altresì necessario aggiungervi un' alidada con due traguardi nel mezzo della parte inferiore del telajo, affine di assicurarsi della positura dello specchio per riguardo al Sole, ed un' altra alidada simile, ma in un piano verticale al piano della prima per seguitare le differenti altezze del Sole.

Per mezzo di tutte queste attenzioni, per l' esperienza che ho acquistata servendomi del mio specchio, credo di poter assicurare che la grandezza del medesimo potrebbesi ridurre alla metà; e che invece dello specchio di sette piedi, col quale io bruciai del legno a 150 piedi si otterrebbe lo stesso effetto con uno specchio di cinque piedi e mezzo; grandezza, la quale, come scorgesi, non è che mediocre assai in confronto d'un effetto grandissimo. Parimenti credo di poter assicurare che per bruciare a 100 piedi non vi vorrebbe più che uno specchio di quattro piedi e mezzo; e che uno di tre piedi e mezzo brucierebbe a 60 piedi, distanza assai considerevole in paragone del diametro dello specchio.

Con

Con una unione di piccoli ſpecchi piani eſſagoni, e d'acciaio levigato, i quali ſarebbero più ſodi, e più durevoli de' vetri ſtagnati, ſenz'eſſer ſoggetti alle alterazioni che la luce del Sole coll'andar del tempo cagiona alla ſtagnatura, noi potremmo ottenere effetti utiliſſimi, i quali compenſerebbero largamente le ſpeſe della coſtruzion dello ſpecchio.

1. Per tutti gli ſvaporamenti dell' acque ſalate, per li quali noi ſiamo obbligati di conſumare legna, e carbone, o di uſar l'arte delle fabbriche, nelle quali ſi fa ſvaporare l'acqua in cui è diſciolto il ſale, la quale coſta molto più della coſtruzione di molti ſpecchi tal quali io li propongo. Per lo ſvaporamento delle acque ſalate non richiederebbeſi più che un' unione di dodici ſpecchi piani, ciaſcuno d'un piede quadrato; perciocchè il calore ch'eſſi rifletteranno al loro foco, quantunque diretto al diſotto del loro livello, e alla diſtanza di 15 o 16 piedi, ſarà tuttavia baſtante a far bollire l'acqua, e per conſeguenza a produrre un pronto ſvaporamento, giacchè il calore dell'acqua bollente non è che il triplo del calore del Sole d'eſtate: e ſiccome il rifletterſi d'una ſuperficie piana ben levigata diminuiſce ſoltanto la metà del calore, ſoli ſei ſpecchi ſarebbero neceſſarj per produrre nel punto di concorſo un calore eguale a quello dell'acqua bollente; ma io ne raddoppio il numero affinchè comunichiſi più prontamente il calo-

re, ed in compenso alla perdita che cagiona l'obbliquità, colla quale il fascetto della luce cade sulla superficie dell'acqua che si vuol fare svaporare, e sì ancora perchè l'acqua salata più lentamente riscaldasi dell'acqua dolce. Questo specchio che tutt'insieme verrebbe a formare un quadrato di quattro piedi di larghezza sopra tre d'altezza, sarebbe comodo da maneggiarsi, e da trasportarsi: che se raddoppiare, o triplicare se ne volessero nel tempo stesso gli effetti, tornerebbe meglio il fare molti specchi simili, cioè raddoppiare o triplicare il numero di questi medesimi specchi di quattro piedi sopra tre, di quel che sia l'accrescerne l'estensione; imperciocchè non potendo l'acqua ricever il calore oltre un certo determinato grado, quasi nissun vantaggio riporterebbesi dall'aumentare questo grado, e per conseguenza la grandezza dello specchio; laddove formando due fochi con due specchi eguali, l'effetto dello svaporamento raddoppierassi, e triplicherassi per mezzo di tre specchi, i fochi de' quali cadranno separatamente l'uno dall'altro sulla superficie dell'acqua che si vuol svaporare. Del resto è inevitabile la perdita che cagiona l'obbliquità, alla quale volendo non si può rimediare se non con una perdita ancora maggiore, ricevendo prima i raggi del Sole su d'un gran cristallo, il quale li rifletterebbe sullo specchio tagliato; imperciocchè allora questo brucerebbe al basso invece di bruciare in alto, ma perderebbe metà del calore nel-

nella prima riflessione, e metà del resto nella seconda, di maniera che invece di sei piccoli specchi, ve ne vorrebbero dodici per ottenere un calor eguale a quello dell'acqua bollente.

Perchè lo svaporamento succeda più felicemente, bisognerà diminuire quanto sarà possibile l'altezza dell'acqua. Una massa d'acqua d'un piede di altezza non isvaporerà così presto come la stessa massa ridotta a sei pollici d'altezza, ed accresciuta del doppio in superficie. Altronde quanto più il fondo è vicino alla superficie, altrettanto più prontamente riscaldasi, e questo calore che il fondo del vaso riceve, contribuisce eziandio alla prontezza dello svaporamento.

2. Noi potremo utilmente servirci di questi specchi per calcinare i gessi ed anche le pietre calcaree; ma dovrebbero esser più grandi, e le materie dovrebbero collocarsi in alto, per non aver alcuna perdita per cagione dell'obbliquità della luce. Dalle sperienze riferite nella seconda di queste Memorie abbiamo veduto, che il gesso riscaldasi più d'una volta più presto della pietra calcarea tenera, e quasi due volte più presto del marmo, o della pietra calcarea dura; e la rispettiva loro calcinazione dev'esser nella ragione medesima. Inoltre da una sperienza ripetuta tre volte, compresi che per calcinare il gesso bianco, che chiamasi *alabastro* è necessario un calore alquanto maggiore, che per fondere il piombo. Ora, siccome il ca-

lore necessario per fondere il piombo è , secondo le sperienze di Nevvton , otto volte maggiore del calore del Sole d'estate così almeno sedici piccoli specchi richiederebbonsi per calcinare il gesso; ed a motivo delle perdite cagionate dall'obbliquità della luce non meno che dall'irregolarità del foco, che non si potrà spingere oltre quindici piedi, io presumo che vi vorranno venti , e forse ventiquattro specchi, ciascuno d'un piede quadrato, per calcinare in poco tempo il gesso: e che per conseguenza sarebbe necessaria un unione di quarantotto di questi piccoli specchi per la calcinazione della pietra calcarea più tenera, e settantadue de' medesimi piccoli specchi di un piede in quadrato per calcinare le pietre calcaree dure . Ora uno specchio di dodici piedi di larghezza sopra sei piedi di altezza non lascia d'essere una grossa macchina imbarazzante, e difficile a muovere, montare, e trattenere. Tuttavia queste difficoltà superrerebbonsi, se il prodotto della calcinazione fosse considerevole abbastanza per equivalere, ed anche oltrepassare la spesa del consumo delle legna: per accertarsi di ciò, converrebbe incominciare dal calcinare il gesso con uno specchio di ventiquattro pezzi, e se questo riuscisse, far due altri specchi simili inveve d'un grande di settantadue pezzi; imperciocchè con far coincidere i fochi di questi tre specchi di ventiquattro pezzi si produrrà un egual calore, il quale sarà bastante a calcinare il marmo, o la pietra dura.

Ma

Ma rimane in dubbio una cosa essenzialissima, ch'è di sapere quanto tempo abbisognerebbe per calcinare, per esempio un piede cubo di materia, massimamente se questo piede cubo non fosse percosso dal calore se non per un lato. Io veggo, che vi vorrebbe del tempo prima che il calore penetrasse tutta la sua grossezza: e che in tutto questo tempo se ne disperderebbe una parte assai grande, la quale uscirebbe da questa massa poco dopo esservi entrata. Temo quindi assai che non essendo la pietra occupata ad un tratto, e in tutt' i lati dal calore, la calcinazione sarebbe lentissima, e picccolissimo il prodotto. In questo caso la sola sperienza può decidere; ma bisognerebbe tentarla almeno colle materie gessose, la calcinazione delle quali dev' essere una volta più pronta di quella delle altre materie calcaree (23).

Concentrando questo calore del Sole in un

H 6 for-

(23) E' uscita poco fà una piccol opera piena di gran lumi, del Sig. Abate Scipione Bexan, la quale ha per titolo: *Sistema della fecondazione*. Egli propone i miei specchi come un mezzo facile per ridurre in calce tutte le materie, ma il medesimo attribuisce loro più di potenza di quel che abbiano realmente; perciocchè i grandi effetti, de' quali egli si lusinga, non potrebbonsi ottenere se non col moltiplicarli.

druplo quintuplo ec., e che per conseguenza con questo mezzo si può fare un termometro, le cui divisioni non saranno arbitrarie, nè diverse le scale, come son quelle di tutt' i termometri, de' quali ci siamo serviti fino al dì d' oggi. Nella costruzione di questo termometro altro non vi sarebbe d' arbitrario, se non la supposizione d' un numero totale delle parti del mercurio, incominciando dal grado del freddo assoluto; ma prendendolo a 10000 al disotto della congelazione dell' acqua invece di 1000, come ne' nostri termometri ordinarj, noi ci avvicineremmo molto alla realtà, massime sceglieodo le giornate dell' inverno più fredde per graduare il termometro; imperciocchè ciascuna immagine del Sole comunicherebbe al medesimo un grado di calore al di sopra della temperie, che noi supporremo superiore a quello del ghiaccio. Il punto a cui il Mercurio solleverebbesi per mezzo del calore della prima immagine del Sole, sarebbe segnato 1; il punto a cui innalzerassi mercè il calore di due immagini eguali, e riunite sarà segnato 2; quello a cui verrà alzato da tre immagini sarà segnato 3, e così in appresso fino alla più grande altezza, la quale estender si potrebbe fino al grado 36. A questo grado avrebbesi un' aumento di calore trentasei volte maggiore di quello del primo grado; diciotto volte maggiore di quello del secondo; dodeci volte maggiore di quello del terzo; nove volte maggio-

metri riempiti d'olio, o di mercurio, si saranno segnate le prime divisioni 1, 2, 3, 4 ec., le quali indicheranno il doppio, il triplo, il quadruplo ec. degli aumenti del calore, bisognerà cercare le parti aliquote di ciascuna divisione, per esempio i segni del $1\frac{1}{4}$, $2\frac{1}{4}$, $3\frac{1}{4}$, ec., o del $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$ ec., e del $1\frac{3}{4}$, $2\frac{3}{4}$, $3\frac{3}{4}$ ec., locchè otterassi con un mezzo facile, cioè con coprire la metà, o il quarto, oppure i tre quarti della superficie d'uno de' piccoli specchi; imperciocchè allora l' immagine da esso riflessa, non conterrà se non il quarto, la metà, o i tre quarti del calore contenuto nell'immagine intera; e per conseguenza le divisioni delle parti aliquote saranno esatte quanto quelle de' numeri interi.

Riuscendo una volta di far questo termometro reale, che io così chiamo perchè indicherebbe realmente la proporzione del calore, tutti gli altri termometri, le cui scale sono arbitrarie, e differenti tra loro, diverrebbero non solamente superflui, ma eziandio in molti casi pregiudicevoli alla precisione delle fisiche verità, che ricercansi coll'ajuto de' medesimi. Noi possiamo richiamarci alla mente l' esempio, che ne ho dato parlando della quantità del calore che emana dal globo della terra paragonato a quello che ci viene dal Sole.

5. Per mezzo di questi specchi tagliati po-

alzarsi in quantità così grande da questi metalli scaldati al largo foco del mio specchio, non è acqua nè alcun' altro liquore, ma bensì una porzione delle parti medesime del metallo, che il calore ne distacca volatizzandolo. Ricevendo quindi i vapori puri de' differenti metalli, potrebbonsi mescolar insieme, e fare con tal mezzo leghe più intime, e più pure che non ottengonsi dalla fusione, e dalla mescolanza de' medesimi metalli fusi, i quali non s' uniscono mai perfettamente a motivo dell' ineguaglianza del misto. E siccome le particelle constituenti questi vapori metallici ritrovansi in uno stato di divisione molto maggiore che nello stato di fusione, esse più facilmente unirannosi, ed avvicinerannosi assai più. Finalmente per tal mezzo arriveremo forse alla cognizione d'un fatto generale, ch' io per molte buone ragioni m' ero indotto a supporre già da molto tempo, cioè che in tutte le leghe fatte a questo modo vi sarebbe penetrazione, e che il loro peso specifico sarebbe sempre maggiore della somma de' pesi specifici delle materie onde fossero composte; imperciocchè la penetrazione non è che un grado maggiore d' intima unione, la quale (pari essendo tutte l' altre circostanze) sarà altrettanto più intima quanto più perfetto sarà lo stato di divisione nelle materie.

Riflettendo all' apparecchio de' vasi, che impiegar dovrebbonsi a ricevere, e raccogliere

gliere questi vapori metallici, mi venne un pensiero che mi sembra troppo utile per non pubblicarlo, ed eziandio troppo facile a realizzare, purchè i buoni chimici non lo comprendan tosto. Ad alcuni di essi ho comunicato questa mia idea, e mi parve che ne rimanessero soddisfatti. Ella consiste in far agghiacciare il mercurio nel nostro clima, e con un grado di freddo molto minore di quello delle sperienze di Pietroburgo, o di Siberia. Per ottener questo basta ricevere il vapore del mercurio, ch' è il mercurio stesso volatilizzato da un calor minimo in una cucurbita, o in un vase, al quale comunicherassi un grado di freddo artifiziale; questo mercurio in vapore, cioè estremamente diviso, per l' azione di questo freddo presenterà superficie sì grandi, e masse così piccole, che invece dei 187 gradi di freddo che richiedonsi per agghiacciare il mercurio in massa, non ne abbisogneranno che 18 o 20 gradi, e forse anche meno per agghiacciarlo quand' è in vapori. Esorto a quest' importante sperienza tutti quei, che di buona fede occupansi per l' avanzamento delle Scienze.

A questi usi principali dello specchio d'Archimede potrei aggiungerne molt' altri particolari ma ho creduto dovermi contentare di quei, i quali e più utili mi son sembrati, e men difficili a ridursi in pratica. Ciò non ostante penso dover unire quì alcune sperienze da me fatte sulla trasmissione della

la luce attraverso ai corpi trasparenti, e dare nel tempo stesso alcune idee nuove sui mezzi di distinguer da lontano gli oggetti ad occhio nudo, o per mezzo d' un solo specchio simile a quello, di cui han parlato gli Antichi, col quale dal porto d' Alessandria scorgevano i vascelli tanto da lontano, qnanto la curvatura della Terra gliel poteva permettere.

Tutt' i Fisici presentemente sanno, che vi sono tre cause, le quali impediscono alla luce di riunirsi in un punto quando i suoi raggi hanno attraversato il vetro obbiettivo d' un cannocchiale ordinario. La prima si è la sferica curvatura di questo vetro, la quale tramanda una parte di questi raggi in uno spazio terminato da una curva. La seconda è l' angolo, sotto il quale l' oggetto che noi osserviamo ci apparisce ad occhio semplice; imperocchè la larghezza del foco dell' obbiettivo ha sempre a un gran dipresso per diametro una linea eguale alla corda dell' arco che misura quest' angolo. La terza è la diversa rifrangibilità della luce; imperocchè i raggi più rifrangibili non riunisconsi nel luogo stesso in cui radunansi i meno rifrangibili.

Noi possiamo rimediare all' effetto della prima cagione; con sostituire, siccome ha proposto Cartesio, de' vetri ellittici o iperbolici ai vetri sferici. Si rimedia all' effetto della seconda per mezzo d' un secondo vetro collocato al foco dell' obbiettivo, il cui

cui diametro è pressochè eguale alla larghezza di questo foco, e la cui superficie è lavorata su d' una sfera d' un raggio molto corto. Si è a dì nostri trovata la maniera di rimediare anche alla terza con fare i cannocchiali, che chiamansi *acromatici*, i quali sono composti di due sorte di vetri, e dispergono diversamente i raggi colorati per modo che la dispersione dell' uno è corretta dalla dispersione dell' altro, senza che la rifrazione generale media, che costituisce il cannocchiale, venga annichilita. Un cannocchiale di tre piedi e mezzo di lunghezza, fatto su questi principj, equivale nell' effetto agli antichi cannocchiali di 25 piedi di lunghezza.

Del resto il rimedio all' effetto della prima causa è rimasto del tutto inutile fino al dì d' oggi, perchè essendo molto più considerevole l' effetto dell' ultima, esso influisce cotanto sull' effetto totale, che nessun vantaggio trar si poteva dal sostituir vetri iperbolici, o ellittici a vetri sferici; sostituzione che non poteva diventar utile se non nel caso, che ritrovato fossesi il mezzo di correggere l' effetto della differente rifrangibilità de' raggi della luce. Sembra adunque che presentemente sarebbe ben fatto a combinare i due mezzi, e sostituire ne' cannocchiali acromatici i vetri ellittici agli sferici.

A rendere ciò più sensibile, supponiamo che l' oggetto che s' osserva sia un punto luci-

cido senza estensione, com' è una stella fissa rapporto a noi; egli è certo che con un obbiettivo, per esempio di 30 piedi di foco, tutte le immagini di questo punto lucido allargherannosi in forma di curva al foco di quello vetro, s' esso è lavorato su d'una sfera, ed all' opposto si raduneranno in un punto, se questo vetro è iperbolico; ma se l'oggetto che osservasi ha una certa estensione, come la Luna, che occupa a' nostri occhi circa un mezzo grado di spazio, allora l' immagine di quest' oggetto occuperà uno spazio di circa tre pollici di diametro al foco dell'obbiettivo di 30 piedi, e l' aberrazione cagionata dalla sfericità, producendo una confusione in un punto luminoso qualunque, la produce egualmente su tutt' i punti luminosi del disco della Luna, e per conseguenza la disfigura interamente. Dunque in ogni caso, poichè s' è ritrovata la maniera di correggere in gran parte il cattivo effetto prodotto dalla differente rifrangibilità de' raggi, sarà molto utile il servirsi di vetri ellittici o iperbolici per li cannocchiali lunghi.

Da quanto abbiam detto segue, che se si vuol fare un cannocchiale di 30 piedi per osservare la Luna, e vederla interamente, il vetro oculare deve avere almeno 3 pollici di diametro per raccogliere intera l' immagine, che l'obbiettivo produce nel suo foco; e che volendosi osservare quell'astro con un cannocchiale di 60 piedi, l' oculare dovreb-

vrebbe avere almeno sei pollici di diametro, perchè la corda dell' arco che misura l' angolo sotto il quale a noi compare la Luna, in questo caso è di tre pollici, e di sei pollici presso poco; quindi gli Astronomi non si valgon mai di cannocchiali che racchiudono l' intero disco della Luna, perchè essi ringrandirebbero troppo poco: ma se si vuole osservar Venere con un cannocchiale di 60 piedi, siccome l' angolo sotto il quale essa a noi apparisce non è che di 60 secondi circa, il vetro oculare potrà non aver che 4 linee di diametro, e servendoci d' un obbiettivo di 120 piedi, un oculare di otto linee basterà per riunire tutta l' immagine, che l' obbiettivo forma nel suo foco.

Di quì deriva che, quand' anche i raggi di luce fossero egualmente rifrangibili, non potremmo formar cannocchiali buoni per vedere la Luna interamente, come per veder gli altri pianeti; e che quanto più un pianeta è piccolo a nostri occhi, tanto più noi possiamo accrescere la lunghezza del cannocchiale per poterlo interamente vedere. Per altro si comprende facilmente, che in questa medesima supposizione de' raggi egualmente rifrangibili, dev' esservi una certa determinata lunghezza più vantaggiosa di qualunque altra per un tale, o tal' altro pianeta, e che questa lunghezza del cannocchiale dipende non solo dall' angolo, sotto il quale il pianeta si rappresenta ai nostri occhi, ma

ma ancora dalla quantità di luce da cui è illuminato.

Ne' cannocchiali ordinarj, essendo diversamente rifrangibili i raggi della luce, tutto ciò che far potrebbesi a questo riguardo per perfezionarli non sarebbe molto vantaggioso, perchè sotto qualunque angolo presentisi al nostro occhio l'oggetto, o l'altro che noi vogliamo osservare, e qualunque intensità di luce possa il medesimo avere, i raggi non si raduneranno mai nel medesimo sito; poichè quanto più il cannocchiale sarà lungo, tanto più d' intervallo (25) saravvi tra il foco de' raggi rossi, e quello de' raggi violati, e per conseguenza tanto più confusa sarà l'immagine dell' oggetto che s'osserva.

Non si può dunque perfezionare i cannocchiali per rifrazione, se non con procurare, come s'è fatto, i mezzi di corriger quest' effetto della differente rifrangibilità, ossia componendo il cannocchiale di vetri di differente grossezza, ossia con altri mezzi particolari, i quali saran diversi secondo i diversi oggetti, e le diverse circostanze. Supponiamo per esempio un corto cannocchiale composto di due vetri, uno convesso, l'altro concavo di due lati; egli è certo che que-

(25) Quest' intervallo è d'un piede sopra 27 di foco.

questo cannocchiale può ridursi ad un' altro, i due vetri del quale sian piani dall' un lato, e lavorati dall'altro sopra sfere, il raggio delle quali fosse una volta più corto di quello delle sfere, sulle quali fossero stati lavorati i vetri del primo cannocchiale. Ora per ischivare una gran parte dell'effetto della diversa rifrangibilità de' raggi si può fare questo secondo cannocchiale d' un sol pezzo di vetro massiccio, siccome io lo feci eseguire con due pezzi di vetro bianco, l'uno di due pollici e mezzo di lunghezza, e l' altro d' un pollice, e mezzo; ma allora la perdita della trasparenza è un inconveniente ancora più grande di quello della diversa rifrangibilità che con tal mezzo correggesi; imperciocchè questi due piccioli cannocchiali di vetro massicci sono più oscuri d' un piccolo cannocchiale ordinario dello stesso vetro, e delle stesse dimensioni; e quantunque essi ci presentino meno d' iride, non sono perciò migliori. Che se poi si facessero più lunghi, sempre con vetro massiccio, la luce, dopo avere attraversata la grossezza di questo vetro, non avrebbe più forza bastante a dipingere nel nostro occhio l' immagine dell' oggetto. Quindi per fare cannocchiali di 10 o 20 piedi, io non vedo, che l' acqua, che abbia trasparenza bastante per lasciare il passaggio alla luce, senza che venga interamente spenta in questa gran grossezza: dunque servendoci dell' acqua per riempiere l' intervallo tra l' obbiettivo, e l' ocu-

oculare, noi diminuiremo in parte l' effetto della differente rifrangibilità (26), perchè quella dell' acqua s' accosta più a quella del vetro di quel che lo sia quella dell' aria; e se col caricare l'acqua di differenti sali comunicar si potesse alla medesima un grado di potenza refringente uguale a quello del vetro, non è da dubitare che con tal mezzo correggerebbesi anche più l' effetto della diversa rifrangibilità de' raggi, tratterebbesi dunque di adoperare un liquor trasparente, il quale avesse a un di presso la stessa potenza rifrangibile che ha il vetro; imperciocchè allora i due vetri con quello liquore frammezzo correggeranno in parte l' effetto del-

---

(26) Il Sig. de la Lande, uno de' nostri più bravi Astronomi, dopo d' aver letto quest' articolo, volle comunicarmi alcune riflessioni, che mi parvero giustissime, e delle quali io ho approfittato. Però io non sono del suo sentimento riguardo a questi cannocchiali riempiti d' acqua; egli crede, *che diminuerebbesi pochissimo la differente rifrangibilità, perchè l' acqua disperde i raggi colorati in maniera diversa del vetro; e perchè vi avrebbero de' colori provenienti dall' acqua, ed altri dal vetro*. Ma servendoci del vetro men denso, ed accrescendo coi sali la densità dell' acqua, ci accosteremmo assaissimo alla loro potenza rifrattiva.

la differente rifrangibilità de' raggi nella maniera, ſteſſa ch' eſſa viene corretta nel piccolo cannocchiale maſſiccio, di cui ho parlato or ora.

Secondo le ſperienze del Sig. Bouguer una linea di groſſezza nel vetro diſtrugge $\frac{2}{7}$ della luce, la cui diminuzione per conſeguenza verrebbe a farſi nella proporzione ſeguente.

Groſſezza 1, 2, 3, 4, 5, 6 linee

Diminuz. $\frac{2}{7}$, $\frac{10}{49}$, $\frac{50}{343}$, $\frac{250}{2401}$, $\frac{1250}{16807}$, $\frac{6250}{117649}$, di maniera che nella ſomma di queſti ſei termini troverebbeſi che la luce, la quale paſſa attraverſo a ſei linee di vetro, avrebbe di già perduto $\frac{102024}{117649}$, cioè $\frac{10}{11}$ circa della ſua quantità. Ma biſogna conſiderare, che il Sig. Bouguer s'è ſervito di vetri ben poco traſparenti, poichè ha egli veduto che una linea di groſſezza in queſti vetri diſtruggeva $\frac{2}{7}$ di luce. Per mezzo delle ſperienze da me fatte ſulle diverſe ſpecie di vetro bianco m' è ſembrato che la luce diminuiſſe aſſai meno: ecco queſte ſperienze che ſono molto facili a farſi, e tutto il Mondo è in iſtato di ripeterle.

In una camera oſcura, i cui muri erano anneriti, e della quale mi ſerviva per fare le ſperienze di Ottica, ho fatto accendere una candela di cera d'un quinto di libbra: la

la camera era aſſai vaſta, e non illuminata da altra luce, dalla candela infuori. Incominciai a cercare a qual diſtanza io poteſſi leggere al lume di queſta candela un carattere ſtampato, come quello della gazzetta d' Olanda, e trovai che leggevo aſſai facilmente queſto carattere a 24 piedi, e 4 pollici di diſtanza dalla candela. Collocato poſcia avanti alla diſtanza di due pollici un pezzo di vetro tratto da un criſtallo di Saint-Gobin, ridotto alla groſſezza d'una linea, ritrovai che leggevo ancor con ugual facilità alla diſtanza di 22 piedi, e 9 pollici, e ſoſtituendo a queſto criſtallo d' una linea di groſſezza un' altro pezzo della ſteſſa ſorte della groſſezza di 2 linee, leſſi con uguale facilità alla diſtanza di 21 piedi dalla candela. Due di queſti criſtalli di 2 linee di groſſezza uniti l' un contro l' altro, e poſti avanti alla candela mi diminuiron la luce a ſegno che non potei leggere colla ſteſſa facilità, ſe non a 17 piedi e mezzo di diſtanza dalla candela. E finalmente con tre criſtalli, ciaſcuno di 2 linee di groſſezza, non potei più leggere che alla diſtanza di 15 piedi. Or la luce della candela, diminuendoſi in proporzione che s' accreſce il quadrato della diſtanza, la ſua diminuzione, ſe non vi foſſero ſtati trammezzo i criſtalli ſarebbe ſtata nella progreſſione ſeguente.

$\overline{24\tfrac{1}{3}}^{2}$. $\overline{22\tfrac{3}{4}}^{2}$, $\overline{21}^{2}$. $\overline{17\tfrac{1}{2}}^{2}$. $\overline{15}^{2}$, oppure

592 $\frac{1}{9}$. 517 $\frac{9}{16}$ 441. 306 $\frac{1}{4}$. 225.

Dunque le perdite della luce per l' interponimento de' cristalli sono nella progressione seguente, 84 $\frac{79}{144}$, 151. 285 $\frac{7}{9}$. 367$\frac{1}{4}$.

Donde conchiuder devesi, che una linea di grossezza in questo vetro, non diminuisce la luce più che di $\frac{84}{592}$ o circa $\frac{1}{7}$; che due linee di grossezza la diminuiscono di $\frac{151}{592}$, e quasi $\frac{1}{4}$, e tre cristalli di due linee di $\frac{367}{592}$, cioè meno di $\frac{2}{3}$.

Siccome un tal risultato è differentissimo da quello del Sig. Bouguer, ed io non aveva alcuna ragione di dubitar della verità delle sue sperienze, ho ripetuto le mie, valendomi di vetro comune, di cui ne scelsi alcuni pezzi di grossezza uguale, ciascuno di $\frac{3}{4}$ di linea. Dopo d' aver letto medesimamente alla distanza di 24 piedi, e 4 pollici della candela, l' interponimento d' uno di questi pezzi di vetro mi fece ravvicinare fino a 21 piedi e mezzo; con due pezzi interposti, ed applicati l' uno sopra l' altro, io non poteva più leggere che a 18 piedi e un quarto, e con tre pezzi alla distanza di 16 piedi ciò che, come ognun vede, avvicinasi allo stabilimento del Sig. Bouguer; imperciocchè, la perdita della luce nell'

nell' attraversar questo vetro di $\frac{3}{4}$ di linea, essendo in questo caso di $592\frac{1}{4} - 462\frac{1}{4} = 130$, il risultato $\frac{130}{592\frac{1}{4}}$ o $\frac{65}{296}$ non s' allontana molto da $\frac{3}{14}$, al quale debbonsi ridurre li $\frac{2}{7}$ dati dal Sig. Bouguer per una linea di grossezza, perciocchè i miei vetri non ne avevano che $\frac{3}{4}$ di linea, e $3 : 14 :: 65 : 203\frac{1}{3}$,

Ma col vetro comunemente chiamato *vetro di Boemia*, per mezzo delle stesse sperienze, ritrovai che la luce attraversando una grossezza d' una linea non perdeva che un ottavo, e che diminuiva nella progressione seguente.

Grossezza $1,\ 2,\ 3,\ 4,\ 5,\ 6,\ \ldots\ n.$

Diminuz. $\frac{1}{8}\quad \frac{7}{64}\quad \frac{49}{612}\quad \frac{343}{4096}\quad \frac{3401}{32768}\quad \frac{16807}{262164}$

oppure $\frac{7^{0}}{8^{1}}\quad \frac{7^{1}}{8^{2}}\quad \frac{7^{2}}{8^{3}}\quad \frac{7^{3}}{8^{4}}\quad \frac{7^{4}}{8^{5}}\quad \frac{7^{5}}{8^{6}}\quad \frac{7^{n-2}}{8^{n}}$

Prendendo la somma di questi termini, noi avremo il totale della diminuzione della luce che attraversa una grossezza di vetro d' un dato numero di linee: per esempio la somma de' primi sei termini è $\frac{144495}{262164}$. Dunque la luce coll' attraversar un vetro di Boemia della grossezza di sei linee non diminuisce che un poco più della metà; e que-

sta disperderebbesi anche meno, se invece di tre pezzi di due linee applicati l' un sopra l'altro non avesse ad attraversarne che due di sei linee di grossezza.

Col vetro che io ho fatto fondere in massa grossa, ho veduto che la luce non perdeva attraversando 4 pollici, e mezzo di grossezza di questo vetro più di quello che avrebbe perduto attraversando un cristallo di Saint-Gobin della grossezza di due linee e mezzo; mi par dunque che potrebbesi quindi conchiudere che la trasparenza di questo vetro, essendo a quella di questo cristallo come quattro pollici e mezzo sono a due linee e mezza, o come 54 a due e mezzo, cioè più di ventun volte più grande, potrebbonsi con questo fare buonissimi piccioli cannocchiali massicci di 5 o 6 pollici di lunghezza.

Ma per cannocchiali lunghi, non si può adoperar che l'acqua, e v' è da temere che anche con questo mezzo non venga a togliersi un tal' inconveniente; imperciocchè qual opacità risulterà da questa quantità di liquore, che io suppongo riempiere l' intervallo tra i due vetri? Quanto più lunghi saranno i cannocchiali, tanto più perderassi di luce; cosicchè al primo colpo d'occhio ben si comprende, che non si può far uso di questo mezzo, massime per li cannocchiali un poco lunghi, perciocchè secondo quello che il Sig. Bouguer, nel suo Saggio d' Ottica, dice sulla gradazione della luce, 9 pie-

piedi, e 7 pollici d'acqua di mare, fanno diminuire la luce nel rapporto di 14 a 5, o ciò che è quasi lo stesso, supponiamo che dieci piedi d'altezza d'acqua diminuiscano la luce nel rapporto di 3 a 1; allora venti piedi d'altezza d'acqua la diminuiranno nel rapporto di 9 a 1; trenta piedi la diminuiranno in quello di 27 a 1, ec. Comprendesi dunque, che non potressimo valerci di questi cannocchiali pieni d'acqua, se non per osservare il Sole, e che gli altri astri non avrebbero abbastanza di luce per poterli distinguere a traverso d'un altezza di 20 a 30 piedi di liquore intermedio.

Tuttavia se si considera, che anche non dando più che un pollice, o un pollice e mezzo d'apertura ad un obbiettivo di 30 piedi, ciò non ostante chiaramente coi cannocchiali ordinarj di questa lunghezza, distinguonsi assai chiaramente i pianeti, dobbiam pensare che dando un maggior diametro all' obbiettivo, aumenterebbesi la quantità di luce nella ragione del quadrato di questo diametro; e per conseguenza, se un pollice d'apertura basta per veder distintamente un astro in un cannocchiale ordinario, $\sqrt{3}$ pollici d'apertura, cioè 21 linee circa di diametro basteranno per vederlo egualmente bene a traverso d'un'altezza di dieci piedi d'acqua; e che con un vetro di tre pollici di diametro esso vedrebbesi egualmente a traverso d'un'altezza di 20 piedi d'acqua,

I 4 che

che con un vetro di $\sqrt{27}$, o 5 pollici e $\frac{1}{4}$ di diametro vedrebbesi a traverso d' un' altezza di 30 piedi, e non richiederebbesi che un vetro di 9 pollici di diametro per un cannocchiale riempito di 40 piedi d' acqua; ed un vetro di 27 pollici per un cannocchiale riempito di 30 piedi d' acqua; ed un vetro di 27 pollici per un cannocchiale di 60 piedi.

Parea dunque, che potrebbesi non senza speranza di riuscirne, far costruire su questi principj un cannocchiale, perchè aumentando il diametro dell' obbiettivo racquistasi in parte la luce che si perde pel difetto di trasparenza nel liquore.

Non devesi temere che gli obbiettivi per grandi che sieno, formano una parte troppo grande della sfera sulla quale saranno lavorati, e che per questa ragione i raggi della luce non possano esattamente radunarsi; imperciocchè supponendo anche questi obbiettivi sette o otto volte più grandi di quello ch' io gli ho stabiliti, non formeranno tuttavia a un dipresso una parte della loro sfera grande per modo, che non radunino con esattezza i raggi.

Ma quello, che mi pare fuor di dubbio si è, che un cannocchiale costruito in questa maniera sarebbe utilissimo per osservare il Sole; postochè, supponendolo anche lungo cento piedi, la luce di quest' astro, dopo aver attraversata questa grossezza d' acqua,

qua, sarebbe ancora troppo forte, ed osserverebbesi con comodo, e facilità la superficie di quest'astro senza che fosse necessario servirsi di vetri affumicati, o riceverne su d'un cartone l'immagine, vantaggio che non si ritrae da ogni altra specie di cannocchiali.

Solamente sarebbevi qualche piccola differenza nella costruzione di questo cannocchiale solare, qualor vogliasi ch'esso ci presenti l'intiera faccia del Sole; poichè supponendolo lungo cento piedi, il vetro oculare in questo caso dovrà avere almeno dieci pollici di diametro, a motivo, che il Sole, occupando più d'un mezzo grado celeste, l'immagine formata dall'obbiettivo nel suo foco a 100 piedi, avrà almeno questa lunghezza di dodici pollici, e per riunirla tutta intera richiederassi un oculare di questa larghezza, al quale non darebbonsi che venti pollici di foco, per renderlo forte quant'è possibile. Sarebbe altresì necessario, che l'obbiettivo non men che l'oculare avesse dieci pollici di diametro, affinchè l'immagine dell'astro, e l'immagine dell'apertura del cannocchiale avessero ugual grandezza nel foco.

Quand'anche questo cannocchiale da me proposto non servisse, che ad osservar esattamente il Sole, questo sarebbe già molto; per esempio sarebbe assai interessante il poter riconoscere se in quest'astro sianvi parti più o meno luminose delle altre, e s'esso ab-

abbia ineguaglianza sulla sua superficie, e di quale specie elle siano: se le macchie galleggiano sulla sua superficie (27), o se tutte sono alla medesima costantemente attaccate, ec. La vivacità della sua luce non ci permette di osservarlo ad occhio nudo, e la differente rifrangibilità de' suoi raggi ne rende confusa l' immagine qualor ricevesi su d' un cartone al foco d' un obbiettivo, e perciò la superficie del Sole ci è men conosciuta di quella degli altri pianeti. Questa differente rifrangibilità di raggi non sarebbe pressochè interamente corretta

---

(27) Il Sig. de la Lande ha fatto a questo proposito la seguente riflessione. „ Egli „ è costante, dic' egli, che nel Sole non vi „ sono che certe macchie, le quali cangian „ bensì di forma, e scompajono interamen- „ te, ma non mutano luogo se non per la „ rotazione del Sole; e la sua superficie è „ unitissima, ed omogenea " . Questo saggio Astronomo poteva ancora aggiungere, che solo per mezzo di queste macchie sempre supposte fisse si è determinato il tempo della rivoluzione del Sole sopra il suo asse, ma questo punto d' Astronomia fisica non mi pare ancora assolutamente dimostrato, perciocchè queste macchie, le quali cangian figura, potrebbero ben qualche volta cangiar anche di sito.

retta in questo lungo cannocchiale riempito d' acqua; ma se un tal liquore potesse coll' aggiunta de' sali esser reso denso quanto il vetro, allora sarebbe lo stesso come se fossevi un sol vetro d' attraversare; e parmi che sarebbevi maggior vantaggio nel servirsi di questi cannocchiali pieni d' acqua, che non de' cannocchiali ordinarj con vetri affumicati.

Che che ne sia, egli è certo, che per osservar il Sole richiedesi un cannocchiale molto diverso da quei, di cui ci serviamo per gli altri astri, ed è ancora certissimo che ciascun pianeta esigge un cannocchiale particolare, e proporzionato all' intensità, cioè alla quantità reale di luce ond' è illuminato. Sarebbe dunque necessario in tutt' i cannocchiali l' obbiettivo tanto grande, e l' oculare tanto forte quant' è possibile, e nel tempo stesso dovrebbesi regolare la distanza del foco coll' intensità della luce di ciascun pianeta. Per esempio Venere, e Saturno sono due pianeti, la luce de' quali è molto differente; e quando osservansi collo stesso cannocchiale, s' accresce egualmente l' angolo sotto il quale si vedono; ed allora la luce totale del pianeta par che si estenda per tutta la superficie, tanto più quanto si ringrandisce; e quindi a misura che l' immagine si ringrandisce rendesi oscura, quasi nella proporzione del quadrato del suo diametro; dunque Saturno non può esser osservato con un cannocchiale così forte come

Venere, senza esser oscurato. E se l' intensità della luce di questa ci permette di ringrandirla cento o duecento volte prima di farsi oscura: l' altro non soggiacerà forse alla metà, o al terzo d' un tale aumento, senza oscurarsi del tutto. Trattasi dunque di fare un cannocchiale per ciascun pianeta proporzionato all' intensità di luce di ciascuno; e per farlo con maggior vantaggio parmi che altro impiegar non si debba che un obbiettivo tanto più grande, ed un foco tanto men lungo, quanto minor luce ha il pianeta. Perchè mai fino al dì d' oggi non si sono fatti obbiettivi del diametro di due e tre piedi? l' aberrazione de raggi cagionata dalla sfericità de' vetri n' è il solo motivo; poichè essa produce una confusione, la quale è come il quadrato del diametro dell' apertura (28), e per questa ragione i vetri sferici, i quali con una piccola apertura sono buonissimi, non servon più se questa s' accresce, perchè allora v' è maggior luce, ma minor distinzione, e purezza. Con tutto ciò i vetri sferici larghi sono buonissimi per fare cannocchiali per notte; e gli Inglesi che hanno costrutti cannocchiali di questa specie, se ne servon assai utilmente per vedere in molta lontananza i vascelli nelle notte oscure.

Pre-

(28) Smith's Optick. *Boock.* 2. *cap. VII. artic.* 246.

Presentemente però, posto che sappiamo in gran parte correggere gli effetti della differente rifrangibilità dei raggi, sarebbe a mio parere necessario determinarci a far vetri ellittici, o iperbolici, i quali non produrrebbero quest'aberrazione cagionata dalla sfericità, e per conseguenza potrebbero essere tre o quattro volte più larghi dei vetri sferici. Questo è il solo mezzo d'accrescere a' nostri occhi la quantità della luce che i pianeti ci tramandano, perciocchè non possiamo far cadere sui medesimi una luce aggiunta, come facciamo cogli oggetti che noi osserviamo col microscopio; almeno però è necessario l'usare col maggior vantaggio possibile quella quantità di luce dalla quale son essi illuminati, ricevendola su d'una superficie grande più che si può. Questo cannocchiale iperbolico, il quale sarebbe composto d'un solo gran vetro obbiettivo, e d'un oculare proporzionato, esiggerebbe una materia della maggior trasparenza. Con questo mezzo noi uniremmo tutt'i possibili avvantaggi, cioè quei de' cannocchiali acromatici a quei de' cannocchiali ellittici, o iperbolici, e metterebbesi a profitto tutta la quantità di luce, che ciascun pianeta riflette ai nostri occhi. Io posso ingannarmi, ma quanto propongo mi pare fondato quanto basta per raccomandarne l'esecuzione alle persone zelanti per l'avanzamento delle Scienze.

Mentre io m'abbandonava a questa specie di

di sogni, ch' io pubblico appunto per la speranza che ho, che un giorno si realizzeranno, pensai allo specchio del porto d' Alessandria, di cui alcuni Autori antichi han parlato, e per mezzo del quale vedevansi in grandissima distanza i vascelli in alto mare. Il passo più positivo che m' è caduto sotto gli occhi è quello, che or rapporto: *Alexandria . . . . . in Pharo vero erat speculum e ferro sinicó, per quod a longè videbantur naves Græcorum advenientes; sed paulio postquam Islamismus invaluit, scilicet tempore califatus Walid-fil, Abdi-l-melec, Christiani fraude adhibita illud deleverunt*. Abu-l-feda, &c. Descriptio Ægypti.

Io pensai 1. che questo specchio con cui vedevansi da lontano giungere i vascelli non fosse impossibile; 2. che anche senza specchio, o cannocchiale, con certe disposizioni potrebbesi ottenere il medesimo effetto, e scorgere dal porto i vascelli forse tanto lontano, quanto il permette la curvatura della Terra. Abbiam detto, che le persone di buona vista scorgono gli oggetti illuminati dal Sole tre mila quattrocento volte più del loro diametro; ed abbiam nel tempo stesso osservato che la luce intermedia tanto pregiudicava a quella degli oggetti lontani, che distinguevasi di notte un oggettto luminoso alla distanza di dieci, venti, e forse cento volte maggiore, che non veggonsi di giorno. Sappiamo inoltre che dal fondo d'un pozzo profondissimo noi veggiamo di pieno gior-

giorno (29) le stelle; perchè dunque non vedrannosi egualmente i vascelli rischiarati da' raggi del Sole, con mettersi in fondo ad una lunga galleria molto oscura, e situata al lido del mare in maniera che non riceva la luce che quella del mare lontano, e de' vascelli che potessero ivi trovarsi? questa galleria riguardo al vedere i vascelli sarà il medesimo effetto, che il pozzo verticale fa per la vista delle stelle, e ciò tanto mi par semplice, che resto attonito come nissuno v' abbia finora pensato. Parmi che scegliendo per fare l' osservazione le ore del giorno, nelle quale il Sole fosse al didietro della galleria, cioè il tempo, in cui i vascelli fossero ben' illuminati, questi dal fondo dell' accennata galleria oscura vedrebbonsi almeno dieci volte meglio di quel che vegganfi in piena luce. Ora siccome abbiam detto, distinguesi facilmente un uomo, o un cavallo alla distanza d' una lega purchè siano illuminati da' raggi del Sole; e togliendo la luce intermedia che ci circonda, ed offusca i nostri occhi, noi li vedressimo almeno dieci volte più lungi, cioè a dieci le-

(29) Aristotele, per quel ch' io credo, è il primo che abbia parlato di questa osservazione; ed io ne ho citato il passo all' articolo *del senso della vista, tomo IV. di questa Storia Naturale.*

leghe. Dunque i vascelli, che sono molto più grossi vedrebbonsi tanto da lungi, quanto la curvatura della Terra fosse per permetterlo (30), senz' altro stromento fuorchè i nostri occhi.

Ma uno specchio concavo d' un diametro molto grande, e d' un foco qualunque collocato al fondo d' un lungo tubo annerito, sarebbero di giorno quasi lo stesso effetto, che i grandi obbiettivi del diametro istesso, e dello stesso foco sarebbero di notte; e probabilmente uno di questi specchi concavi d' acciajo levigato (*è ferro sinico*) era quello che era stato messo al porto d'Alessandria (31), per

---

(30) La curvatura della terra per un grado o 25. leghe di 2283. tese, e di 2988. piedi; essa cresce come il quadrato delle distanze, quindi per 5. leghe è venticinque volte, cioè 120. piedi circa, minore. Un vascello che abbia più di 120. piedi d' alberatura, ancorchè sia al livello del mare, può vedersi da lungi cinque leghe; ma sollevandosi 120. piedi al di sopra del livello del mare, vedrebbesi da cinque leghe il corpo intero del vascello fino alla linea dell'acqua; ed innalzandosi ancora più, potrebbesi oltre dieci leghe distinguere l' alto degli alberi.

(31) Da tempo immemorabile i Chinesi, e mas-

per poter vedere da lungi a giungere i vascelli Greci. Del resto, se un tale specchio d'acciajo, o di ferro levigato realmente esistette, come ogni apparenza sembra indicare, non può negarsi agli Antichi la gloria della prima invenzione de' telescopj, poichè questo specchio di metallo levigato non poteva aver effetto, se non in quanto la luce riflessa dalla sua superficie veniva raccolta da un altro specchio concavo collocato al suo foco, ed appunto in ciò consiste l'essenza del telescopio, e la facilità della sua costruzione. Ciò non pertanto non si toglie alla gloria del gran Newton, che fu il primo che facesse rivivere tale ritrovato caduto in perfetta dimenticanza; anzi sembra che le sue belle scoperte sulla differente rifrangibilità de' raggi della luce il conducessero a quella del teloscopio. Imperciocchè, essendo i raggi della luce di sua natura differentemente rifrangibili, potevasi credere con fondamento che non vi fosse alcun mezzo di corregger quest' effetto, o se pure egli ha traveduto questi mezzi, essi gli parvero tanti difficili che stimò meglio rivolgersi ad altro spediente,

---

e massime i Giapponesi fanno lavorare, e levigare l' acciajo in grande ed in picciolo volume; e perciò io pensai doversi interpretare l' *è ferro sinico* per acciajo levigato.

te, e produrre per mezzo della rifleſſione de' raggi i grandi effetti, che non poteva ottenere dalla rifrazione de' medeſimi. Ha fatto quindi coſtruire il ſuo teloſcopio, il cui effetto è veramente ſuperiore a quello de' cannocchiali ordinarj; ma i cannocchiali acromatici inventati a' noſtri giorni ſono tanto ſuperiori al teloſcopio, quant' eſſo lo è ai cannocchiali ordinarj. Il miglior teloſcopio è ſempre foſco in paragone del cannocchiale acromatico, e queſta oſcurità de' teloſcopj non deriva ſoltanto dal difetto di levigatezza, o dal colore del metallo degli ſpecchi, ma dalla natura ſteſſa della luce, i cui raggi variamente rifrangibili, ſono eziandio, quantunque in grado meno ineguali, diverſamente rifleſſibili. Per perfezionare adunque quant' è poſſibile i teloſcopj, altro non rimane che procurarci il mezzo di compenſare queſta differente rifleſſibilità, come s'è ritrovato quello di rimediare alla diverſa rifrangibilità.

Da tutto ciò che s' è detto fin quì, io credo che ſi comprenderà poterſi fare un buoniſſimo cannocchiale di giorno, ſenza ricorrer a' vetri, o a' ſpecchi, e ſemplicemente col ſopprimere per mezzo d' un tubo di 150 a 2000 piedi di lunghezza, la luce circondante, e col metterſi in un luogo oſcuro, in cui vada a terminare una delle eſtremità di queſto tubo; ed in queſta maniera l'effetto di queſto cannocchiale così ſemplice, e facile ad eſeguirſi, riuſcirà tanto maggiore quan-

quanto più viva sarà la luce del giorno. Io son persuaso che noi vedremmo distintamente i vascelli, e gli alberi sull' l' alto delle montagne alla distanza di quindici, e forse venti leghe. La sola differenza che passa tra questo lungo tubo, e la galleria oscura da me proposta, si è che il *campo*, cioè lo spazio visibile sarà molto più piccolo, e precisamente in ragione del quadrato dell' apertura del tubo a quella della galleria.

ARTICOLO TERZO.

Invenzione d' altri specchi per bruciar a minori distanze.

I.

Specchi d' un solo pezzo a foco mobile.

HO osservato che il vetro è dotato d'elasticità, che può piegarsi fino ad un certo segno. E siccome per bruciare a distanze un poco grandi, non è necessaria che una piccola concavità, e qualunque curvatura regolare può convenire quasi ugualmente, ho pensato di prendere de' cristalli di specchio ordinario, d' un piede e mezzo, di due, e di tre piedi di diametro, e farli ritondare, e sostenere sù d' un cerchio di ferro bene uguale, e ben tornito, dopo aver fatto nel centro del cristallo un pertugio del dia-

diametro di due o tre linee a fine di farvi passar dentro una vite (32), i cui pani sono finissimi, e che entra in un piccol cavo posto dall' altra parte del cristallo. Stringendo questa vite, ho reso concavi i cristalli di tre piedi quanto bastava per bruciare dai 50 piedi fino ai 30, ed i cristalli di 18 pollici bruciarono in distanza di 25 piedi: ma avendo ripetuto parecchie volte queste sperienze, si ruppero i cristalli di tre piedi, e di due: e non me ne rimase che uno di 18 pollici, che conservai per modello di questo specchio (33).

Il pertugio che v'è nel mezzo de' cristalli è quello che fa, che si rompano con tanta facilità, laddove se non vi fosse soluzione di continuo, e se si potessero egualmente premere in tutta la loro superficie, si renderebbero molto più concavi, senza spezzarsi. Ciò mi

(32) Vegganfi le *tavole X. XI. e XII.*

(33) Questi cristalli di 3. piedi hanno attaccato fuoco ad alcune materie leggiere fino alla distanza di 50. piedi, ed allora non avevan piegato che una linea, e $\frac{5}{8}$; per bruciare a 40. piedi bisognerebbe farli piegare 2. linee; per bruciare a 30. piedi 2. linee, e $\frac{3}{4}$, e per aver voluto farli bruciare a 20. piedi si ruppero.

mi ha indotto ad immaginare di farli incurvare per mezzo del peso stesso dell'atmosfera; al qual fine altro non richiedesi se non di collocare un cristallo circolare su d' una specie di tamburro di ferro, o di rame, ed al medesimo aggiungere una tromba per cavarne l'aria; con questo mezzo noi sapremo rendere più o men concavo il cristallo, e per conseguenza atto a bruciare a distanze più o men grandi.

Un altro mezzo sarebbe quello di levare la stagnatura dal centro del cristallo in larghezza di 9 o 10 linee, ridurre cõn un lisciatoio questa parte di centro in porzione di sfera d'un pollice di foco come un vetro convesso, e mettere nel tamburro un piccolo stoppino inzolfato; ed allora, presentando questo specchio al Sole, i raggi tramandati a traverso a questa parte del centro del cristallo, e riuniti al foco d'un pollice, accenderanno dentro il tamburro lo stoppino inzolfato, il quale nell' ardere assorbirà l'aria, e per conseguenza il peso dell'atmosfera farà piegare più o meno il cristallo, a proporzione del maggior o minor tempo che lo stoppino inzolfato impiegherà nel bruciare. Questo specchio sarebbe assai singolare, perchè al solo aspetto del Sole diventerebbe concavo da se, senza che vi fosse bisogno di mettervi mano, ma siccome non sarebbe poi facile il servirsene, perciò io non l'ho fatto eseguire, essendo per tutt'i riguardi preferibile la seconda maniera.

Que-

Questi specchi d'un pezzo solo a foco mobile, possono servire a misurare più esattamente di qualche altro mezzo, la differenza degli effetti del calore del Sole ricevuto in fochi più o men grandi. Noi abbiamo veduto, che i fochi grandi fanno sempre proporzionatamente maggior effetto dei piccoli, quantunque e in questi, e in quelli sia uguale l' intensità di calore; ed avrebbesi sempre un' egual quantità di luce, o di calore, ma in ispazj successivamente più piccioli, coll' impicciolire successivamente i fochi; e per mezzo di questa costante quantità potrebbesi coll' esperienza determinare il *minimum* dello spazio del foco, cioè l'estensione necessaria per trarre il massimo effetto della stessa quantità di luce, e ciò condurrebbeci nel tempo stesso ad un calcolo più preciso del disperdimento del calore nelle differenti sostanze sotto il medesimo volume, o in un' eguale estensione.

Prescindendo da un tal' uso m' è sembrato che questi specchi d' un sol pezzo a foco mobile fossero più curiosi che utili: quello che agisce da se, e s' incurva all' aspetto del Sole è assai ingegnosamente concepito per meritare d' essere collocato in un gabinetto di Fisica.

II.

II.

Specchi d'un sol pezzo per bruciare vivissimamente a mediocri, ed a piccole distanze.

Ho cercato i mezzi di render regolarmente concavi i gran cristalli, e dopo d'aver fatto costruire senza riuscirvi due diversi fornelli, son giunto a farne un terzo (34), col quale incurvai assai regolarmetne i cristalli circolari di tre, quattro, e quattro piedi e mezzo di diametro, ed anche due di 56 pollici; ma per quanta cautela siasi avuta nel lasciar raffreddare lentamente, e nel maneggiare dolcemente questi gran cristalli del diametro di 56, e 54 pollici, essi si ruppero nel porli sui modelli sferici, che avevo fatto costruire, per dar loro la forma regolare, e la necessaria levigatezza; lo stesso accadde di tre altri cristalli di 48, e 50 pollici di diametro, ed io non ne conservai che uno di 46, e due di 37 pollici. Quei che sono pratici delle Arti non si faranno meraviglia di ciò, perchè sanno che i gran pezzi di vetro richiedono cautele infinite, perchè non si crepino nel cavarli dal fornello, ove lascansi ricuocere, e raffreddare; sanno che quanto più sono sottili, tan-

---

(34) Vegganſi le *tavole I. II. III. IV, V. e VI.*

tanto più facilmente si fendono, non solo pel primo colpo dell' aria, ma ancora per le ulteriori impressioni della medesima. Ho veduto parecchi de' miei cristalli curvi fendersi da per se in capo a tre, quattro, e cinque mesi, quantunque avessero resistito alle prime impressioni dell' aria, e collocati si fossero sopra modelli di gesso ben riseccato, sui quali la superficie concava de' cristalli appoggiavasi combaciando da per tutto; ma quello che me ne fece andar a male un gran numero, si fu il lavoro che richiedesi per dar loro una forma regolare. Questi cristalli ch' io comperai tutti levigati alla fabbrica del borgo Sant' Antonio, quantunque scelti fra i più grossi, non avevan più che cinque linee di grossezza: incurvandoli, il fuoco facevali perdere la loro levigatezza. Inoltre la loro grossezza non era molto eguale dappertutto eppure all' oggetto propostomi era necessario di render perfettamente concentriche le due superficie, concava, e convessa, e per conseguenza di lavorarle con lisciatoi convessi sopra modelli concavi, e con lisciatoi concavi sopra modelli convessi. Di ventiquattro cristalli che avevo incurvati, e de' quali ne avevo consegnati quindici al fu Sig. Passemant, per farli lavorare da suoi artefici, e non ne conservai che tre, e tutti gli altri, i più piccoli de' quali erano del diametro di tre piedi, si ruppero parte prima d'essere lavorati, e parte dopo. Questi tre cristalli ch' io ho conservati, uno del diametro di 46, e due

e due di 37 pollici, erano giudiziosamente lavorati, ed avevan le superficie ben concentriche, e per conseguenza grossezza uguale; quindi non si trattava che di stagnarli nella loro superficie convessa, ed a questo fine feci parecchie prove, ed un numero assai grande d'esperienze, le quali non ebbero riuscita. Il Sig. de Bernieres molto più abile di me nell'arte dello stagnare, si prestò al mio bisogno, e di fatti mi rimandò stagnati due miei cristalli. Ebbi l'onore di presentare al Re il più grande di essi, cioè quello di 46 pollici, e di sperimentare in presenza di Sua Maestà la forza di questo specchio ustorio che fonde agevolmente tutt' i metalli; e dopo fu depositato nel castello della Muette, in un gabinetto che trovasi sotto la direzione del Padre Noel; esso è certamente il più efficace specchio ustorio che siavi in Europa (35). Depositai poscia al Giardino del Re nel Gabinetto di Storia Naturale il cristallo di 37 pollici di diametro, il cui foco è molto più corto di quello del cristallo di 46 pollici; ma non ho avuto tempo di sperimen-

(35) M'è stato detto, che la stagnatura di questo specchio, ch'è stato fatto già da più di vent' anni, erasi guastata; bisognerebbe, per raggiustarlo, consegnarlo di nuovo nelle mani del Sig. de Bernieres, il quale solo ha il secreto d'una tale stagnatura.

tare la forza di queſto ſecondo ſpecchio, ch' io credo parimenti ottimo. Impiegai qualche tempo al caſtello della Muette in fare alcune ſperienze ſulla luce della Luna ricevuta dallo ſpecchio di 46 pollici, e rifleſſa ſu d' un buoniſſimo termometro; e credei a prima viſta di ſcorgervi qualche movimento, ma un tal' effetto non fu durevole, ed io non ſo ſe con riunire i fochi di molti ſpecchi, e farli cadere unitamente ſu d' un termometro ſtiacciato, ed annerito, otterrebbeſi un grado di calore ſenſibile; imperciocchè può eſſere, che la Luna ci tramandi del freddo anzichè del caldo, come ſpiegheremo altrove. Del reſto queſti ſpecchi ſono ſuperiori a tutti gli ſpecchi di rifleſſione finora conoſciuti: ſervono pure a veder in grande i piccoli quadri, ed a rilevarne tutte le bellezze, e tutt' i difetti; e ſe ſe ne faceſſero ſtagnare de' ſimili nella loro parte concava, ciocchè più agevolmente farebbeſi che non nella parte conveſſa, eſſi ſervirebbero per vedere le ſoffitta, e le altre pitture, le quali per eſſer troppo grandi, e troppo perpendicolari alla teſta, non poſſon riguardarſi comodamente.

Queſti ſpecchi hanno però comune cogli altri di queſto genere l' inconveniente di bruciar in alto; e queſto fa che non ſi poſſa lavorare ſucceſſivamente al loro foco, e che diventino preſſochè inutili in tutte le ſperienze che eſigono una lunga azione nel foco. Contuttociò ricevendo da principio i raggi del Sole ſu d'uno ſpecchio piano di quattro piedi e mezzo d'al-

d'altezza, e d'altrettanto di larghezza che li rifletta contro questi specchi concavi, essi sono efficaci quanto basta, perchè una tal perdita, ch'è della metà del calore non impedisca loro di bruciar vivissimamente nel loro foco, il quale in questo caso trovasi in basso come quello degli specchi di rifrazione, e dietro al quale per conseguenza si può travagliare successivamente, e con ugual facilità. Solo sarebbe necessario, che il cristallo piano, e lo specchio concavo fossero tutti due montati paralellamente su d'un medesimo appoggio, ove potesser egualmente ricevere tanto orizzontalmente, quanto verticalmente gli stessi movimenti di direzione, e d'inclinazione. L'effetto che lo specchio di 46 pollici di diametro produrrebbe in basso, non essendo più che la metà di quello, che il medesimo produrrebbe in alto, egli è lo stesso, come se la superficie di questo specchio fosse diminuita della metà, cioè come se invece di 46 pollici di diametro ne avesse poco più di 32; e questa dimensione di 32 pollici di diametro per un foco di sei piedi, non lascia di produrre un calor più grande di quello delle lenti di Tschirnaüs, o del Sig. Segard, delle quali, come delle migliori che si conoscono, io mi sono altre volte servito.

Finalmente col riunire questi due specchi nel loro centro comune si otterrebbe dai raggi del Sole un calore immenso, massime col riceverlo in alto, perchè non diminuirebbesi che della metà di quello, che diminuirebbe-

K 2 si ri-

si ricevendolo in basso; e per conseguenza un tal calore sarebbe molto maggiore di qualunque altro calore cognito, e potrebbe produrre effetti, de' quali noi non abbiamo alcuna idea.

III.

Lenti, o Specchi coll' acqua.

Per mezzo di questi cristalli incurvati, e lavorati regolarmente nella loro concavità, e sopra la loro parte convessa, si può fare uno specchio rifrangente, unendo per opposizione due di questi cristalli, ed empiendo d' acqua tutto lo spazio ch' essi occupano.

A questo fine feci incurvare due cristalli di 37 pollici di diametro, e ne feci consumare 8 o 9 linee nelle estremità, per ben unirli. Con questo mezzo non si ha bisogno della pece per impedire, che l' acqua sfugga.

Nel punto verticale dello specchio bisogna applicare una piccola canna (36), per mezzo della quale se ne riempia con un imbuto la capacità; e siccome i vapori dell' acqua riscaldata dal Sole potrebbono far rompere i cristalli, terrassi aperta questa canna per lasciare il passaggio ai vapori. Perchè poi lo specchio sia sempre assolutamente pieno d'acqua,

(36) Vedi la *tavola XII.*

qua, adatteraſſi a queſta canna una piccola bottiglia piena d' acqua, la quale anch' eſſa all' alto anderà a terminare in una piccola canna ſtretta, affinchè nelle differenti inclinazioni dello ſpecchio, l' acqua in eſſo contenuta non poſſa ſpanderſi in quantità troppo grande.

Queſta lente compoſta di due criſtalli di 37 pollici, ciaſcuno di due piedi e mezzo di foco, arderebbe a cinque piedi ſe foſſe di vetro; ma avendo l' acqua minor rifrazione del vetro, il foco ſarà più lontano, non laſcerà però di bruciare viviſſimamente. Ho calcolato, che queſta lente coll'acqua, alla diſtanza di 5 piedi e mezzo, produrrebbe almeno due volte tanto calore quanto ne produce la lente del Palazzo reale, la quale è di vetro ſodo, e 'l cui foco è di dodici piedi.

Aveva conſervato ne' criſtalli una ſufficiente groſſezza, acciocchè il peſo dell' acqua ch' eſſi dovevan racchiudere non poteſſe alternarne la curvatura: noi potremmo anche provarci di render l' acqua più rifrangente col farvi fondere de' ſali; e ſiccome eſſa può ſucceſſivamente ſciogliere parecchi ſali, e caricarſi di eſſi in maggior quantità di quello che ſe ne caricherebbe d' un ſolo ſale, biſognerebbe ſcioglierne di molte ſpecie, e con queſto mezzo la forza rifrangente dell' acqua, accoſterebbeſi di più a quella del vetro.

Queſt' era il mio progetto; ma dopo d' aver lavorati, e adattati queſti criſtalli di 37

pollici, quello posto inferiormente si ruppe nella prima sperienza; e non essendomene rimasto che un solo, feci con esso lo specchio concavo di 37 pollici, di cui ho parlato nell' articolo precedente.

Queste lenti composte di due cristalli sfericamente curvi, e ripieni d' acqua bruceranno inferiormente, e produrranno effetti maggiori delle lenti di vetro massiccio, perciocchè l' acqua lascia il passaggio alla luce più facilmente che il vetro più trasparente; ma l' esecuzione è difficile, ed esige attenzioni infinite. L' esperienza m' ha fatto conoscere ch' eran necessarj cristalli grossi nove o almeno otto linee, cioè cristalli fatti espressamente; giacchè alle fabbriche non se ne fondono di questa grossezza, e tutti quei che sono in commercio non son grossi che la metà circa. Bisogna inoltre incurvare questi cristalli in un fornello eguale a quello di cui ho data la figura, *tav.* I. *e seguenti*; ed aver riguardo di ben asciugare il fornello, di non sollecitare il fuoco, ed impiegare almeno trent' ore in questa operazione. Il cristallo si ammollirà, e pel suo peso si piegherà senza disciogliersi, e s' incurverà sul modello concavo che gli darà la forma. Dovrà poi lasciarsi ricuocere, e raffreddare per gradi in questo fornello, che si avrà l' avvertenza di chiudere, tostochè scorgerassi egualmente ben abbassato dappertutto il cristallo. Due giorni dopo, quando il fornello avrà perduto tutto il suo calore si leverà fuori il cristallo, il qua-

quale non sarà più che leggermente appannato, e con un gran compasso curvo si esaminerà se la sua grossezza sia a un di presso eguale dappertutto; e quando ciò non sia, ed in certe parti del cristallo apparisca un' ineguaglianza sensibile, s' incomincerà ad assottigliarlo con un lisciatoio di sfera eguale alla curvatura del cristallo, e continuerassi a lavorare nella stessa maniera le due superficie concava, e convessa; per renderle, com' è necessario, perfettamente concentriche, di maniera che il cristallo abbia esattamente in tutte le sue parti ugual grossezza. Per arrivar poi ad una tale precisione assolutamente necessaria, bisognerà far incurvare de' cristalli più piccoli del diametro di due o tre piedi, avvertendo di far questi modelli sopra un raggio quattro o cinque linee più lungo di quelli del foco del gran cristallo, e con tal mezzo s' avranno cristalli curvi, i quali adoperati invece di lisciatoi per lavorare le due superficie concava e convessa, ne agevoleranno di molto il lavoro; imperciocchè questi piccioli cristalli soffregandosi contro il grande, lo consumeranno in tempo, ch' essi pure si consumeranno; e siccome la loro curvatura è maggiore di 4 linee, cioè della metà della grossezza del gran cristallo, il lavoro di questi piccoli cristalli tanto al di dentro, quanto al di fuori, renderà le due superficie del gran cristallo concentriche più precisamente, ch' è possibile. Questo è il punto più difficile, ed io ho spesse volte veduto che per otte-

 ner-

nerlo è bisognato consumare più d'una linea e mezzo del cristallo in ciascuna superficie, ciò che la rendeva troppo sottile, e quindi inutile almeno al nostro oggetto. Ma il cristallo di 37 pollici, che il peso dell'acqua ed il calor del Sole hanno infranto, aveva anche dopo esser lavorato più di 3 linee e mezzo di grossezza; ed è perciò ch'io raccomando di tenerli ancora più grossi.

Ho osservato che questi cristalli curvi sono più fragili degli ordinarj. La seconda fusione o mezza fusione, che il vetro tollera per incurvarsi, è forse la causa di quest'effetto, tanto più perchè, affinchè esso acquisti la forma sferica è necessario, che inegualmente distendasi in ciascuna delle sue parti, e che la mutua aderenza di esse cangisi in proporzioni ineguali, ed anche differenti relativamente a ciascun punto della curva, ed al piano orizzontale del cristallo, il quale s'abbassa successivamente per ricevere una curvatura sferica.

Generalmente il vetro è dotato d'elasticità, e può senza rompersi, piegarsi all'incirca d'un pollice per ogni piede, massime quando è sottile; ed io sperimentai ciò anche in cristalli di due e tre linee di grossezza, e di cinque piedi di altezza, i quali si possono far piegare più di quattro pollici senza romperli, principalmente non comprimendoli che per un verso; ma se s'incurvano in due direzioni in una sola volta, affine di produrre una superficie sferica, allora

ra

ra questa doppia curvatura li rompe, quand' anche sia meno d' un mezzo pollice per ciascun piede. Quindi il cristallo inferiore di queste lenti coll' acqua, nell' obbedire che fa alla pressione cagionata dal peso dell' acqua stessa, si romperà, od acquisterà una maggior curvatura a men ch' esso non sia molto grosso, oppure difeso non sia da una croce di ferro, locchè per altro ombreggia il foco, e rende disaggradevole la vista di questo specchio. Altronde il foco di queste lenti coll' acqua non è mai sicuro nè ben terminato, nè ridotto alla sua più piccola estensione; poichè le differenti rifrazioni cui soggiace la luce nel passare dal vetro cagionano un' aberrazione di raggi molto più grande che non è quella prodotta da una semplice rifrazione nelle lenti di vetro massiccio. Tutti questi inconvenienti mi han fatto rivolgere a pensare i mezzi di perfezionare le lenti di vetro, e credo di aver finalmente trovato quanto può farsi di migliore in questo genere, come dimostrerò ne' seguenti paragrafi.

Prima di lasciare le lenti coll' acqua mi stimo in dovere ancora di proporre un nuovo mezzo di costruzione soggetto a minori inconvenienti, e d' assai facile esecuzione. In cambio d' incurvare, lavorare, e levigare cristalli grandi di quattro o cinque piedi di diametro, non abbisognerebbe che piccoli pezzi quadrati di due pollici, i quali non sosterrebbero quasi niente, e dovrebbon-

sognerebbe prevenire , facendo in ciascuna parte di queste verghe delle piccole incavature ed intonacandole col mastice ordinario dei vetrai, il quale è impenetrabile all'acqua.

IV.

Lenti di vetro solido .

Ho veduto due di queste lentine , quella del Palazzo Reale, e quella del Sig. Segard, tutte due tratte da una massa di vetro d'Allemagna., il quale è molto più trasparente di quello de' nostri cristalli di specchi . Ma in Francia non v' ha chi sappia fondere il vetro in larghe , e grosse masse ; e la composizione d' un vetro trasparente come quello di Boemia non è conosciuta che da pochi anni .

Ricercai dunque tosto i mezzi di fondere il vetro in masse grosse , e nel tempo stesso feci diverse prove per ottener una materia assai trasparente. Avendomi il Sig de Romilly, che in tal tempo era uno de' Direttori della fabrica di Saint Gobbin ajutato co' suoi consigli, abbiamo fuse due masse di vetro circa sette pollici di diametro sopra cinque in sei pollici di grossezza in crogiuoli, ed ad un fornello in cui cuocevasi la majolica nel borgo Sant' Antonio . Dopo d'aver fatto consumare , e levigare le due superficie di questi pezzi di vetro per renderle parallele, trovai , che un solo dei due

era perfettamente senza difetti. Il secondo pezzo, cioè il meno perfetto lo diede ad operai che non lasciarono di cavarne dei molto buoni prismi d' ogni grossezza; e conservai per parecchi anni il primo ch' era della grossezza di pollici 4 e mezzo, e d' una trasparenza tale, che soprapponendo questo vetro ad un libro, potevasi agevolissimamente a traverso della grossezza di 4 pollici e mezzo leggere i caratteri più piccioli, e le scritture dell' inghiostro più bianco. Paragonai poscia il grado di trasparenza in questa materia: con quella de' cristalli di Saint-Gobin presi, e ridotti a differenti grossezze. Un pezzo della materia di questi cristalli di 2 pollici e mezzo di grossezza, e di larghezza procuratomi dal Sig. de Romilly, era verde come marmo di questo colore, e vi si poteva legere a traverso; e per incominciare a distinguere a traverso alla sua grossezza i caratteri, fu d' uopo diminuirla più d' un pollice, e ridurla infine a 2 linee e mezza, perchè la sua trasparenza fosse uguale a quella del mio pezzo di 4 pollici e mezzo di grossezza; imperciocchè i caratteri del libro si vedevan tanto chiaramente a traverso a questi pollici 4 e mezzo, quanto a traverso al cristallo che non era che di 2 linee e mezzo. Ecco la composizione di questo vetro, la cui trasparenza è tanto grande.

Sabbia bianca cristallina, *una libbra*.
Minio o calce di piombo, *una libbra*.
Potassa, *mezza libbra*. Sa-

Salnitro, *una mezz'oncia*.

Il tutto mescolato, e messo a fuoco secondo l'arte.

Ho dato al Sig. Cassini de Thury questo pezzo di vetro, con cui potevasi sperare di far eccellenti vetri di cannocchiale acromatico, tanto a motivo della sua grandissima trasparenza, quanto per la sua forza refringente, la quale era considerevolissima, attesa la quantità di piombo che entrava nella sua composizione; ma avendo il Sig. de Thury affidato questo bel pezzo di vetro ad operai ignoranti, essi lo guastarono al fuoco, ove senza bisogno l'hanno nuovamente posto, ed io mi duolsi di non averlo fatto lavorare io stesso, giacchè non si trattava che di tagliarlo in lame, e la materia di esso era ancora più trasparente, e più chiara del *flintglass* d'Inghilterra, ed aveva maggior forza di rifrazione.

Con 600 libbre di questa medesima composizione voleva fare una lente di 26 o 27 pollici di diametro, e di 5 piedi di foco. Siccome sperava di poterla fondere nel mio fornello, feci a quest' effetto cambiare l'interna disposizione del medesimo, ma ben presto m' avvidi che ciò non si poteva fare se non ne' più grandi fornelli di vetreria, e che erami necessaria una massa di 3 pollici di grossezza sopra 27 o 28 pollici di diametro, locchè forma in circa un piede cubico di vetro; chiesi la libertà di farla fondere a mie spese alla fabrica di Sant-Gobin;

ma

ma gli Amministratori di questa non me lo accordarono, e la lente non fu fatta. Aveva calcolato che il calore di questa lente di 27 pollici sarebbe a quello della lente del Palazzo Reale, come 19 a 6; il qual effetto è grandissimo attesa la piccolezza del diametro di questa lente che avrebbe avuto 11 pollici meno di quella nel Palazzo Reale.

Questa lente, la cui grossezza nel punto di mezzo non lascia d' essere considerevole, è tuttavia quanto si può fare di migliore per bruciare a 5 piedi: potrebbesi ancora aumentarne il diametro, giacchè io son persuaso che non sarebbe impossibile di fondere e colare ugualmente pezzi più larghi e più grossi ne' fornelli ove fondonsi i pezzi grandi, tanto a Saint-Gobin, quanto a Rouelle in Borgogna: solamente osservo quì che per l' accrescimento della grossezza perderebbesi più di quello, che si potrebbe guadagnare dall' accrescere la superficie dello specchio; e per questo motivo, tutto bilanciato non oltrepassai i 27 o 28 pollici.

Newton dimostrò, che quando i raggi di luce cadono sul vetro sotto un angolo maggiore di 47 o 48 gradi, essi vengono riflessi invece d' esser rifranti; quindi è che non si può dare ad uno specchio rifrangente un diametro più grande della corda d' un arco di 47 o 48 gradi della sfera sulla quale è stato lavorato; onde nel caso presente per bruciare a 5 piedi, avendo la sfera

cir-

circa 32 piedi di circonferenza, lo specchio non può avere che un poco più di 4 piedi di diametro; ma in questo caso sarebbevi il doppio di grossezza nella mia lente di 26 pollici, ed altronde i raggi troppo obbliqui non raduneerebbonsi bene giammai.

Fra tutti gli specchi or' ora da me proposti, queste lenti di vetro solido sono le più comode, le più sicure, le men soggette a guastarsi, ed eziandio le più efficaci quando sono ben trasparenti, e ben lavorate d'un diametro ben proporzionato alla distanza del loro foco. Se alcuno vuol procurarsi una lente di questa specie, bisogna combinare questi differenti oggetti, e non dare, siccome ho detto, alla medesima che 27 pollici di diametro per bruciare a 5 piedi, distanza comoda per lavorare successivamente, e molto adattata al foco. Quanto più trasparente, e più pesante sarà il vetro, tanto più grande saranno gli effetti, perchè la luce in ragione della trasparenza passerà in quantità maggiore, e sarà tanto men dispersa, tanto men riflessa, e per conseguenza tanto meglio penetrerà nel vetro, e tanto più si rifrangerà, quanto più sarà massiccio, cioè specificamente pesante. Si avrà dunque un vantaggio con far entrare una gran quantità di piombo nella composizione di quello vetro, e per quella ragione glie nè ho messo la metà, cioè una porzione di minio eguale a quella della sabbia. Ma per trasparente, che sia il vetro di que-

ste

ste lenti , la loro grossezza nel mezzo è un ostacolo grandissimo non solo alla trasmissione della luce , ma eziandio un impedimento ai mezzi che potrebbonsi ritrovare per fondere masse grosse, e grandi quanto abbisognerebbe ; per esempio , per una lente di 4 piedi di diametro , alla quale dovrebbesi un foco di cinque o sei piedi , ch' è la distanza più comoda , alla quale la luce cadendo con minor obliquità avrà maggior forza che non a distanze più grandi , sarebbe necessario fondere una massa di vetro di quattro sopra sei e mezzo o sette pollici di grossezza, perciocchè dev' essere lavorata, e consumata eziandio nella parte più grossa . Ora difficilissimo sarebbe il fondere , e liquefare in un sol getto questo grosso volume , il quale , come ognun vede , sarebbe di cinque o sei piedi cubici , giacchè i più ampj tini delle fabbriche de' cristalli ne comprendono solo due piedi cubici , e i cristalli più grandi di 60 pollici sopra 120 , supponendoli anche della grossezza di 5 linee , non formano che un volume d'un piede cubico e tre quarti all' incirca . Noi ridotti a non oltrepassare questo minor volume , ed obbligati a non adoperar realmente più che un piede cubico e mezzo, o tutt' al più un piede cubico e tre quarti di vetro per farne la lente , e non senza qualche stento potremo ritrovare i maestri di tali manifatture , i quali si contentino di fonderle di una tale grossezza , perciocchè temono con

qual-

qualchè ragione che il calore troppo grande di questa massa grossa di vetro non faccia fondere, o gonfiare la tavola di rame sulla quale fanno passare i cristalli, i quali, avendo al più 5 linee di grossezza (37), non comunicano alla tavola che un calore assai mediocre in paragone di quello che le comunicherebbe una massa di sei pollici di grossezza.

V.

Lenti a scalini per bruciare colla maggior vivacità possibile (38).

Ho detto or ora che le grandi grossezze che

---

(37) Ciò non ostante a Saint-Gobin sonosi a mia istanza fusi cristalli di sette linee, de' quali, son già più di vent'anni, ch' io me ne sono servito per diverse sperienze; ho rimandato ultimamente uno di questi cristalli di 38 pollici in quadrato, e di 7 linee di grossezza al Sig. de Bernieres, il quale s' è incaricato di fare le lenti ad acqua per l' Accademia delle Scienze, ed io ho veduto presso il medesimo de' cristalli di 10 linee di grossezza anch' essi stati fusi a Saint-Gobin: questo deve far presumere, che per la tavola se ne potrebbero senz' alcun rischio fondere anche de' più grossi.

(38) Vedi le *tavole XIV. XV. e XVI.*

che dar si debbono alle lenti, quando hanno un gran diametro, ed un foco corto, pregiudicano molto al loro effetto: giacchè una lente di 6 pollici di grossezza nel mezzo, e della materia de' vetri ordinarj non brucia per così dire, che nell' estremità. Col vetro più trasparente, l' effetto sarà maggiore, ma la parte del mezzo resta sempre in pura perdita, perchè la luce non può penetrare ed attraversare la troppo gran grossezza. Ho rapportate le sperienze da me fatte sulla diminuzione della luce che passa a traverso le differenti grossezze d' un vetro istesso, e si è veduto che una tale diminuzione è considerevolissima: ho quindi cercato i mezzi di rimediar a questo inconveniente, ed ho ritrovato una maniera semplice, ed assai facile di diminuir realmente quanto volevo le grossezze delle lenti, senza perciò diminuirne sensibilmente il diametro, od allungarne il foco.

Questo mezzo consiste a lavorare a scala il mio pezzo di vetro. Supponiamo, per meglio farmi intendere, ch' io voglia diminuir di due pollici la grossezza d' una lente di vetro che abbia 26 pollici di diametro, 5 piedi di foco, e tre pollici di grossezza nel centro; divido l' arco di questa lente in tre parti, ed avvicino concentricamente ciascuna di queste porzioni d' arco, in maniera che non mi rimanga che un pollice di grossezza nel centro, e formo in ciascun lato una scala di mezzo pollice per av-

avvicinare similmente le parti corrispondenti: con questo mezzo, facendo una seconda scala arrivo all'estremità del diametro, ed ho una lente a gradini pressocchè dello stesso foco, la quale ha il diametro medesimo, e quasi due volte meno di grossezza della prima, locchè forma un vantaggio grandissimo.

Se giungesi a fondere un pezzo di vetro del diametro di 4 piedi sopra di due pollici e mezzo di grossezza, ed a lavorarla a gradini sopra un foco di 8 piedi; ho calcolato che, lasciando anche un pollice e mezzo di grossezza nel centro di questa lente, e nell'interiore corona de' gradini, il calore di essa lente, sarà a quello della lente del Palazzo Reale, come 28 a 6 senza contare l'effetto della diversità delle grossezze, la quale è considerevolissima, e ch'io non posso avvalutare d'avvantaggio.

Quest'ultima specie di specchio rifrangente è tutto ciò che può farsi di più perfetto in questo genere; e quand'anche noi lo riducessimo a 3 piedi di diametro sopra 15 linee di grossezza nel centro, e 6 piedi di foco, locchè ne renderà men difficile l'esecuzione, avremmo sempre un grado di calore almeno quattro volte maggiore di quello delle più buone lenti che si conoscono. Oso dire che un tale specchio a gradini sarebbe uno de' più utili strumenti di Fisica: io l'ho ideato già da più di venticinque anni, e tutti i Letterati ai quali io ne ho par-

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE, le quali rappresentano il fornello, di cui mi son servito per render curvi i Cristalli per farne gli specchi ustorj di diverse specie.

LA *tavola I.* è il piano del fornello a livello di terra, ove vedesi *HKB* un voto che allontana gl' inconvenienti del terrapieno sotto il cammino del fornello; questo voto è coperto da una volta come si vede nelle figure seguenti.

ER li cenerai disposti in maniera, che l' apertura dell' uno è situata nella parte in cui trovasi il vento dell' altro.

LL due contrafforti che assicuran la fabrica del fornello.

MM altri due contrafforti, l' uso de' quali è lo stesso degli accennati di sopra, da' quali non variano se non per essere alquanto rotondi.

GGGG piani di quattro stanche di ferro che assicuran il fornello, come spiegherassi più sotto.

La *tavola II.* è l' alzata d'uno de' lati paralelli alla linea *CD* del piano precedente.

HK l' apertura fatta nel focolare del fornello, per toglierne l' umidità.

CC la bocca, ossia la grande apertura del fornello.

A

A la piccola apertura fatta nel lato opposto del tutto simile a quella che l' *istessa tavola* rappresenta, colla sola differenza, che l'apertura è più piccola.

Mm uno de' contrafforti rotondi, a lato del quale vedesi il vento.

R apertura, per la quale l' aria esteriore passa sotto l'inferriata del focolare.

E il cenerario, *N* il focolare, *P* la porta che lo chiude.

Ll un contrafforte quadrato.

GO, *GO* due delle stanghe di ferro ingessate in terra, le quali per mezzo de' cerchi di ferro *D* sono unite a quelle dell' altro lato, come vedrassi in una delle figure seguenti.

OO due stanghe di ferro, le quali uniscono insieme le due stanghe *GO*, *GO*, e tengon salda la volta della apertura *CC*, la quale è curva.

mDBDl la volta comune del fornello e dei focolari, la cui figura è ellissoide; la disposizione de' mattoni, e degli altri materiali che compongono il fornello rilevasi facilmente dalla figura.

La *tavola III.* è il prospetto esteriore del fornello da uno de' lati paralelli alla linea *AB* del piano.

Ll, *Mm* contrafforti.

HK le estremità dell' apertura sotto il cammino del fornello.

A la piccola apertura, *C* la grande.

GOD, *GOD* le stanghe di ferro, delle qua-

quali s'è parlato, congiunte insieme dal vincolo *DD.*

I vincoli *DD* collocati sulla volta *DBD* sono congiunti insieme da un terzo vincolo di ferro.

P è la porta di ferro che chiude il focolare.

Le figure precedenti dimostran l'esteriore del fornello, l'interiore più interessante vien rappresentato nelle tavole seguenti.

La *tavola IV.* è lo spaccato orizzontale del fornello pel mezzo della grande apertura.

X è il cammino che si è reso concavo sferico.

EE le due inferriate che dividono il focolare del ceneraio, e sulle quale mettesi il carbone; s'è supposto che la volta fosse trasparente per far meglio vedere la direzione de' ferri che compongono le inferriate.

A la piccola apertura, *CC* la grande.

DD le margini, *LM*, *LM* i contrafforti.

La *tavola V.* è lo spaccato verticale del fornello, seguendo la linea *CD* del piano, ovvero secondo l'asse maggiore dell' ellistoide, della quale la volta ha la figura.

Z il voto sotto il cammino del fornello.

GXK cavità sferica fatta nel cammino del fornello, e sulla quale è collocato il cristallo *GK* ch'è stato ritondato, e di cui esso deve prender esattamente la figura dopo che sarà stato ammollito dal fuoco.

FF le inferriate, o focolari, al disotto dei quali vi sono i cenerei.

DD

DD le margini che impedifcono alle eſtremità del criſtallo dalla parte de' focolari d'eſſer troppo preſto attaccate dal fuoco.

CBC la volta, *CC* lunette che s' aprono o chiudono a piacere, coprendole con un quadrello di terra cotta; *I*, *M* contrafforti.

La *tavola VI.* rappreſenta lo ſpaccato del fornello per un piano vertigale che paſſa per la linea *AB* del piano.

HKL il voto ſotto il cammino del fornello.

GXK cavità sferica fatta nel cammino del fornello, e ſu cui trovaſi già applicato il criſtallo *X*.

DD una delle margini, *P* l' apertura grande, *Q* la piccola, *CCC* lunette.

CBC la volta ſpaccata traverſalmente, o ſecondo il piccolo aſſe dell' ellipſoide della grandezza di ciaſcuna parte di queſto fornello giudicheraſſi dalle ſcale poſte abbaſſo a ciaſcuna figura, preſe eſattamente dal Sig. Gouſſier ſul fornello, ch' era nel Giardino reale delle piante.

GRANDE SPECCHIO DI RIFLESSIONE *chiamato*, SPECCHIO *d'* ARCHIMEDE.

Tavola VII., figura 1.

QUeſto ſpecchio è compoſto di trecento ſeſſanta criſtalli meſſi ſu d' un telaio di ferro *GDEF*, ciaſcun criſtallo è mo-

mobile, acciocchè le immagini riflesse da ciascuno possan essere dirette verso il medesimo punto, e coincidere nello stesso spazio.

Il telaio che ha due orecchioni è sostenuto da un pezzo di ferro composto di due sostegni *M B*, *L A* combaciati a dente e cavo nel piano *Z O*; essi vengon arrestati in questa situazione per mezzo della traversa *a b*, e di tre puntelli per ciascuno *N P*, *Q P*, *O P*, fissati in *P* nel mezzo del sostegno *M B*, e congiunti pel basso in un bracciuolo *N O Q* che loro serve di sodo; questi bracciuoli hanno gl' incastri *N Q*, *I U*, i quali ricevon certe girelle, per mezzo delle quali questa macchina, quantunque molto pesante, può liberamente aggirarsi sul suolo di legno *X X Y* essendo fermata nel centro di questa tavola dall' asse *R S* che passa nelle due traverse *Z O a b*; ciascun sostegno regge eziandio nella sua parte inferiore una girella, per modo che tutta la macchina vien sostenuta da dieci girelle; la tavola di legno è coperta da lamine di ferro nel giro delle girelle, perchè senza una tale cautela la sudetta tavola non sarebbe di lunga durata. Questa tavola è sostenuta da quattro forti girelle di legno, l' uso delle quali è di agevolare il trasporto di tutta la macchina da un luogo all' altro.

A fine di poter variare a piacere le inclinazioni dello specchio, e di poterlo fermare nella situazione che giudicasi a proposito, vi si è adattata la catena *F G*, la quale è uni-

ri di ciascuna spalla, le quali sono forate servono di legami agli orecchioni della croce, di cui noi parleremo; questa croce rappresentata nelle *figure* 3. *e* 5. è un pezzo di rame, o di ferro, la cui figura ne dimostra la forma.

C D Gli orecchioni, che entran ne' buchi atti in ciascuna spalla, talchè essa si possa movere liberamente in questo buco.

La vite *M L* dopo d' aver attraversata la prominenza *V*, va ad appoggiarsi pel disotto contro l'estremità inferiore *B* del braccio *B A*, nel tempo stesso la molla *K* va ad applicarsi contro l' altra estremità *A* dello stesso braccio; cosicchè quando si fa girare la vite nel montare, la molla ristabilendosi, fa che la parte *B* del braccio trovisi sempre applicata alla punta della vite; dalla qual costruzione risulta un movimento a uso di cerniera, il cui asse è, *B C*, *figura* 2.

Non bastando questo solo movimento se n'è fatto un altro, il cui asse di movimento incrocicchia il primo ad angolo retto.

Alle due estremità *A* e *B* del braccio *A B* si son adattate due piccole spalle *B H*, *A K*, *figura* 5., trattenute come le precedenti per mezzo di viti, e di madreviti.

I buchi *H K* che sono nelle parti superiori di queste spalle ricevon gli orecchioni *DC*, *figura* 4. di una piastra di ferro, che noi abbiam chiamata *porta-cristallo*, la quale può moversi liberamente sulle spalle, ed inclinarsi all'asse *C D* del primo movimento pel

 mez-

mezzo della vite *F G*, per la quale abbiam riservato un bozzo *E* nel braccio *A B*, perchè serva di madrevite immobile; questa vite applicasi per mezzo di *E* contro la parte *D B C* del porta-cristallo, e quando si gira la vite, la molla, sforza questa parte ad innalzarsi; ma quando allentasi questa vite, la molla *A L* che s' applica contro la parte *D A C* del porta-cristallo, lo sforza a seguitare sempre la punta della vite: col mezzo di questi due movimenti di cerniera dar si può al cristallo, ch'è ricevuto entro i granchi *A C B* del porta-cristallo, quella direzione che desiderasi, e far così coincidere l'immagine del Sole riflessa da un cristallo, con quella ch'è riflessa da un altro.

Tavola IX.

La *figura* 6. rappresenta il porta cristallo nella parte posteriore, ove scorgesi la vite *F E G*, che s' applica in *G* fuori dell'asse del movimento *H*K, e la molla *L*, che applicasi in *L* dall'altra parte dell' asse del movimento.

La *figura* 7. rappresenta la parte superiore del porta-cristallo fornito del cristallo *A C B D*; il rimanente è spiegato nelle altre figure.

SPEC-

SPECCHIO DI RIFLESSIONE reso concavo dalla pressione d'una vite applicata nel centro.

Tavola X.

LA *figura* 1. rappresenta lo specchio alzato sul suo piede, *B D C* la forchetta che sostiene lo specchio; essa è mobile nell'asse verticale, ed è trattenuta in piedi da' tre rami *F F F* per mezzo del cavo *G*.

D E il regolatore delle inclinazioni.

A la testa della vite collocata nel centro dello specchio, e resa concava per suo mezzo.

La *figura* 2. rappresenta lo specchio mirato per la parte posteriore, *B C* i cardini, ch'entran nei fori della forchetta.

F G una stanga di ferro fissata nell'anello dello stesso metallo, la quale circonda il cristallo: questa stanga serve di punto d'appoggio alla vite *D E*, che comprime il cristallo.

B H C K l'anello, o cerchio di ferro sul quale è applicato il cristallo: questo cerchio dev'esser esattamente piano, e perfettamente circolare: la parte sulla quale s'applica il cristallo, copresi con pelle, con cuoio, o stoffa, acciocchè il contatto sia più immediato, ed il cristallo non sia esposto a rompersi.

SPECCHIO DI RIFLESSIONE *reso concavo per mezzo della pressione dell' atmosfera.*

Tavola XI.

Questo specchio consiste in un tamburro o cilindro, una delle basi, del quale è il cristallo, ed una piastra di ferro è l' altra.

A B, *figura* 1. il cristallo perfettamente piano; *G* una lente tagliata nella grossezza medesima del cristallo.

A E o *B M* l' altezza del cilindro nell' estremità del diametro orizzontale *T L*, dal qual escono due orecchioni, i quali entran nel capo della forchetta, come fu spiegato parlando dello specchio di rifrazione.

M O il regolatore delle inclinazioni.

N il vincolo per cui passa, e la vite che serve a fermarlo.

N R S P Q il piede ch' è simile a quello dello specchio di rifrazione colla sola differenza ch' è di legno, e che i pezzi hanno un contorno men ornato, del resto la sua azione è la stessa.

Figura 2. è il profilo dello specchio spaccato in un piano che passa per l' asse del cilindro, ed al quale supponesi, che l' occhio sia perpendicolare.

AB il cristallo di cui scorgesi la grossezza.

C la lente che vi è insieme unita, e 'l cui foco è il punto C.

E D

ED la base del cilindro, ch' è una piastra di ferro.

AE, *BD* l' altezza, e lo spaccato della superficie cilindrica.

cm uno stoppino inzolfato, che si fa passare nella cavità dello specchio dopo d' aver chiusa la vite *K*, il cavo della quale è un cubo fortemente attaccato alla piastra di ferro, che serve di fondo allo specchio.

G la medesima vite rappresentata separatamente, *H* una rotella di cuoio, che ponesi entro la testa della vite e suo cavo, per toglier interamente il passaggio all' aria.

a b c la concavità che lo specchio acquista dopo che l' aria contenuta nel cilindro è stata consumata dalla fiamma della candela *cm*, alla quale ha dato fuoco la lente *C*.

DF il regolatore delle inclinazioni unito a cerniera al punto *D*.

E m K, *K m D* regoli di ferro posti orizzontalmente sulla base del cilindro a cui sono fortemente attaccati; il loro uso è di fortificare la piastra, e metterla in istato di resistere al peso dell' atmosfera che la comprime egualmente, che il cristallo; questa costruzione è rappresentata in un' altra figura, *Tavola XII.*

ALTRO SPECCHIO DI RIFLESSIONE.

Tavola XII.

Consiste anche questo in un cilindro o tamburro di ferro una delle basi del

quale è un cristallo perfettamente piano; la base opposta, ch'è quella rappresentata dalla *figura* 1. è una piastra di ferro rinforzata dai regoli di ferro posti orzzontalmente *EG*, *FH*, EK. L'aria contenuta nel cilindro vuotasi per mezzo della tromba *BC*, la quale è trattenuta sulla piastra di ferro dai *xx*.

A l'estremità superiore dello stantuffo.

E un tubo di rame sodamente fissato sulla piastra; questo tubo s'è posto in traverso per ricever la chiave *F*, per mezzo della quale s'apre, o chiude la comunicazione dell'interno del cilindro colla tromba.

LM, *mn* la forchetta sulla quale è appoggiato lo specchio, e che è mobile nell'albero *MO*.

MPRQ il piede che ha solamente tre rami, locchè fa ch'esso sostenga sempre a perpendicolo anche sù d'un piano ineguale.

La *figura* 2. rappresenta lo specchio tagliato secondo la linea *GH*, e dal quale si suppone, che siasi già cavata l'aria.

XVZ il cristallo, che la pressione dell'aria ha reso concavo.

HG la piastra di ferro, che serve di fondo al cilindro.

LN gli orecchioni.

FE le chiavi.

EGFH i regoli orizzontali che tengon salda la piastra.

Le *figure* 3. *e* 4. rappresentano in grande lo spaccato del cubo per cui passa la chiave; questo cubo supponesi tagliato per un piano per-

perpendicolare alla piastra, che passa per la tromba.

c parte del canale piegato a guisa di gomito, fatto nel cubo che comunica coll' interno dello specchio.

b porzione dello stesso canale, che comunica colla tromba.

a la chiave che trovasi tagliata perpendicolarmente al suo asse.

La *figura* 3. rappresenta la situazione della chiave, quando la comunicazione è aperta, la porzione *m* del canale si rappresenta dirimpetto alle aperture *b*, *c*.

La *figura* 4. rappresenta la situazione della chiave quando la comunicazione è chiusa; allora la parte *m* del canale si rappresenta più dirimpetto alle medesime aperture.

LENTI COLL' ACQUA.

Tavola XIII.

F*Igura* 1. Lo specchio intero alzato sul suo piede.

ABMC lo specchio composto di due cristalli convessi assicurato l'un contro l' altro dal telaio o cornice circolare *ABMC*.

i BC estremità della forchetta di ferro, che sostiene questo specchio. Nell' estremità di questa forchetta v' è un buco cilindrico atto a ricever gli orecchioni, de' quali è provisto il telaio dello specchio, e sopra i quali esso muovesi per variare le inclinazioni.

BKC la forchetta.

KFiGH il piede che fostiene lo specchio; il quale è composto di parecchi pezzi.

KL l' albero, o trave che nella fua parte inferiore appoggiafi fulla croce *HI*, *FG*; esso è arrestato nella fituazione verticale per mezzo dei quattro puntelli, o punteni *KG*, *HK*, *KF*., *KI* che fono di ferro, ed a' quali s'è dato un contorno graziofo.

fghi le rotelle.

Figura 2. Spaccato o profilo dello specchio, nel quale fupponefi che l' occhio fia collocato nel piano, che divide i due criftalli.

XZ i due criftalli, che effendo uniti formano una lente.

or il piano che divide i due criftalli.

bm fpaccato del telaio, o anello che tiene uniti i criftalli; queft' anello è compofto di due pezzi, i quali fi tengon foggetti l'uno all'altro per mezzo di viti, ed entro i quali i criftalli fono incollati.

a una piccola boccia con due colli, l'uno de' quali comunica col vuoto, che i due criftalli lafcian tra loro per mezzo d'un canale fatto entro i due criftalli, e ch' è incaftrato metà nell' uno, e metà nell' altro.

Figura 3. *BDC* la forchetta di ferro, che foftiene lo fpecchio.

DE il pedale della forchetta, che entra in un buco verticale fatto nell' affe, o albero *KL* del piede, cofìcchè la faccia dello fpecchio fi poffa fucceffivamente diriger a tutt' i punti dell' orizzonte. *D*

D cerchio, nel quale passa il regolatore delle inclinazioni, che vi si fissa con una vite.

L E N T I A G R A D I N I.

Tavola XIV.

AB cornice circolare per contener questo specchio a gradini.

CC orecchioni, che passan ne' buchi fatti orizzontalmente nella parte superiore della forchetta *DD*; nella sua parte inferiore v'è un pedale anch'esso di ferro, il quale non si vede quì perchè entra perpendicolarmente, e con qualche facilità nel tronco *E*, affine di poter girare alla diritta, ed alla sinistra.

il tronco *E* è attaccato fortemente al suo piede, ch'è fatto a guisa di croce, e di cui non si possono quì vedere, che tre parti segnate *FFF*.

GGG puntelli o puntoni di ferro per maggior fermezza.

HHH rotelle sotto i piedi per collocare facilmente questo specchio nella direzione, che si stimerà opportuna.

La *Tavola XV.* rappresenta lo stesso specchio a scalini in prospettiva diretta al Sole per bruciare.

AB cornice circolare, che contiene il cristallo a scalini.

CC orecchioni, che passan ne' fori fatti nella parte superiore della forchetta *DD*.

Nella parte inferiore della forchetta, ch'è di ferro, v' è un pedale cilindrico dello stesso metallo ch' s' insinua appuntino nell' albero, ma non assai strettamente affinchè abbia un movimento dolce, e si possa girare a destra, e ad sinistra per dirigerlo come piace.

E il trave nel quale passa questo pedale

FFFF i quattro piedi in forma di croce, a i quali è sodamente attaccato il trave.

GGGG i quattro puntelli anch' essi di ferro.

H il fuoco attivo tratto dal Sole per mezzo della costruzione di questo specchio.

III. le rotelle sotto il piede del portaspecchio.

La *Tavola XVI.* rappresenta gli spaccati di tre specchi a scalini, de' quali il più facile ad eseguirsi sarebbe quello della *figura* 1. La loro scala è di sei pollici di piede per ciascun piede.

ME-

MEMORIA SETTIMA.

OSSERVAZIONI sui colori accidentali, e sulle ombre colorate.

QUantunque in questi ultimi tempi siasi fatto non poco studio intorno alla Fisica de' colori, sembra ciò non ostante, che da Newton in poi non siansi fatti gran progressi: nè ciò deriva già perchè egli abbia assorbito tutta la materia, ma piuttosto perchè i Fisici per la maggior parte hanno atteso più a combatterlo, che ad intenderlo; e perchè quantunque chiari siano i suoi principj, ed incontrastabili le sue sperienze, pochi furon quelli, che siansi presa la pena d'esaminare a fondo i rapporti e l'unione delle sue scoperte, cosicchè io non credo di dover parlare d'un nuovo genere di colori, senz' aver date prima idee chiare sulla produzione de' colori in generale.

V' ha parecchi mezzi di produrre i colori. Il primo si è la rifrazione: un raggio di luce che passa a traverso d'un prisma si rinfrange, e divide in maniera da produrre un' immagine colorita composta d'un numero infinito di colori; e le ricerche che fatte si sono sopra questa immagine colorita del Sole, ci han dimostrato, che la luce di quest' astro è il complesso d'un' infinità di rag-

raggi di luce diversamente colorati; che questi raggi hanno altrettanto diversi gradi di rifrangibilità, quanto differenti colori, e che il colore medesimo ha costantemente il medesimo grado di rifrangibilità. Tutt'i corpi diafani, le superficie de' quali non sian paralelle producono colore per mezzo della rifrazione; e l'ordine di questi colori è invariabile: ed il loro numero, quantunquè infinito è stato ridotto a sette principali denominazioni, violetto, indaco, cilestro, verde, giallo, rancio, rosso; ciascuna delle quali denominazioni corrisponde ad un intervallo determinato nell' immagine colorita che contiene tutte le gradazioni del colore determinato; di maniera che nell' intervallo rosso ritrovansi tutte le gradazioni di rosso, nell' intervallo giallo tutte le gradazioni di giallo ec., e ne' confini di questi intervalli i colori intermedi che non sono nè gialli, nè rossi ec. Nè senza buone ragioni Newton fissò a sette il numero delle denominazioni de' colori, quantunque l' immagine colorita del Sole ch'egli chiama lo *spettro solare*, non presenti a prima vista che cinque colori, violetto, cilestro, verde, giallo, e rosso; giacchè questo non è ancora più che uno scomponimento imperfetto della luce, ed una rappresentazione confusa de' colori. Siccome quest' immagine è composta d' una infinità di cerchj diversamente colorati, i quali corrispondono ad altrettanti dischi del Sole; e che questi cerchj s' avvanzano molto

l' uno

l'uno ſopra gli altri, il mezzo di eſſi è il ſito nel quale la meſcolanza de' colori è maggiore: e le ſole parti rettilinee dell' immagine ſono quelle, in cui i colori ſono puri. Ma ſiccome ſono eſſe nel tempo ſteſſo deboliſſime, ſi ſtenta a diſtinguerle, e ricorreſi ad un' altro ſpediente per deputare i colori, il quale conſiſte nel riſtringere l' immagine del diſco del Sole, locchè diminuiſce la progreſſione de' cerchj colorati uno ſopra gli altri, e per conſeguenza la meſcolanza dei colori. In queſto ſpettro di luce purgata, ed omogenea ſcorgonſi beniſſimo i ſette colori, ed anche molto più di ſette, ſe s' uſa qualche arte; imperciocchè, ricevendo ſucceſſivamente ſu d' un filo bianco le differenti parti di queſto ſpettro di luce purgata, ho ſpeſſo contato fino a diciotto, o venti colori, la differenza de' quali era ſenſibile a' miei occhi. Con organi migliori, o con maggior attenzione ſe ne potrebbono contare anche di più; nè perciò è che il numero della loro denominazione fiſſar non ſi debba a ſette, e ciò per la ragione ben fondata, che dividendo lo ſpettro di luce purgata in ſette intervalli, e ſeguendo la proporzione data da Newton, ciaſcuno di queſti intervalli contiene colori, i quali, ſebbene preſi tutti inſieme, non ſono *ſcomponibili* per mezzo del priſma, o di qualſivoglia altro artifizio, e perciò è ſtato loro dato il nome di *colori primigenj*. Che ſe invece di dividere lo ſpettro in ſette, ſi divi-

vida soltanto in sei, o cinque, o quattro, o tre intervalli, allora i colori contenuti in ciascuno di questi intervalli si scompongono per mezzo del prisma, e per conseguenza non sono puri, nè debbono essere risguardati come colori primigeni. I colori primitivi non si possono dunque ridurre a meno di sette denominazioni, ed ammetter non devesi un maggior numero, perchè allora dividerebbonsi inutilmente gl' intervalli in due o più parti, i colori delle quali sarebbono della natura medesima; e ciò sarebbe un separare mal a proposito una stessa specie di colore, e dare a cose simili, nomi differenti.

Trovasi per caso singolare che l' estensione proporzionale di questi sette intervalli di colori, corrisponde esattamente all' estensione proporzionale de' sette tuoni della musica; ma questo è un puro caso, dal quale non devesi dedurre alcuna conseguenza. Questi due risultati sono indipendenti l' uno dall' altro, e non bisogna troppo ciecamente abbandonarsi allo spirito di sistema per pretendere, in virtù d' un rapporto fortuito, di sottomettere l' occhio, e l' orecchio a leggi comuni, e adattare ad uno di questi organi le regole dell' altro immaginando che sia possibile di fare un concerto agli occhi o un paesetto agli orecchi.

Questi sette colori prodotti dalla rifrazione sono inalterabili, e contengon tutt' i colori, e tutte le gradazioni de' colori che

so-

fono al mondo ; i colori del prifma , quel del diamante , quei del iride , delle immagini degli aloni , dipendono tutti dalla rifrazione, e ne feguon efattamente le leggi.

La rifrazione non è però il folo mezzo di produrre colori : e la luce , oltre la fua qualità rifrangibile ha pure altre proprietà , le quali , quantunque dipendenti dalla medefima caufa generale, producon effetti differenti ; imperciocchè nell' ifteffa maniera che la luce fi rompe , e divide in colori paffando da un mezzo in un' altro mezzo trafparente, effa fi rompe eziandio nel paffare vicino alla fuperficie d' un corpo opaco; e quella fpecie di rifrazione che operafi nello fteffo mezzo , chiamafi *inflesſione* , ed i colori che produce fono gli fteffi di quelli della rifrazione ordinaria . I raggi violetti che fono i più rifrangibili , fono eziandio i più fleffibili , e la frangia colorata dall' infleffione della luce non differifce fe non nella forma dallo fpettro colorato prodotto dalla rifrazione ; e fe diverfa è l' intenfità de' colori , l' ordine nè è però lo fteffo , le proprietà tutte fimili , il numero eguale , la qualità primitiva ed inalterabile comune a tutti tanto nella rifrazione , quanto nell' infleffione , la quale anch' effa realmente non è che una fpecie di rifrazione.

Ma il più potente mezzo di cui la natura ferveſi per produrre i colori, fi è la ref-

fleſ-

flessione, (39) ; tutt' i colori materiali da essa dipendono, il vermiglio è rosso non per altro

(39) Confesso che non sono del sentimento di Newton al proposito della riflessibilità de' differenti raggi della luce. La sua definizione della riflessibilità non è generale quanto basti per essere soddisfacente ; egli è sicuro che la maggiore facilità ad esser riflesso e la stessa cosa che la maggior riflessibilità; ma è necessario che questa maggiore facilità sia generale in tutt'i casi. Ora chi sa se il raggio violetto si rifletta più facilmente in tutt' i casi a motivo ch'esso in un caso particolare rientra nel vetro più facilmente degli altri raggi? la riflessione della luce segue le stesse leggi del ribalzo di tutt' i corpi elastici ; quindi conchiuder devesi che le particelle di luce sono elastiche , e per conseguenza la riflessibilità della luce sarà sempre proporzionata alla sua elasticità , ed allora i raggi più riflessibili saranno quelli che avranno maggiore elasticità ; qualità difficile da misurarsi in materia di luce , poichè non può misurarsi l'intensità d'una molla, se non dalla velocità che produce . Perchè dunque fosse possibile il fare una sperienza sù di ciò , converrebbe che i satelliti di Giove fossero illuminati successivamente da tutt'i colori del prisma per riconoscere dai loro ecclissi, se vi fosse maggiore o mi-

altro, se non perchè riflette abbondantemente i raggi rossi della luce, ed assorbisce gli

---

minor velocità nel movimento della luce violetta che nel movimento della luce rossa. Imperciocchè dal solo paragone della velocità di questi due differenti raggi può comprendersi se l'uno ha maggior elasticità dell' altro, o maggiore riflessibilità. Ma non si è mai osservato che i satelliti nel momento della loro emersione prima fossero comparsi violetti, ed in appresso illuminati successivamente da tutt'i colori del prisma; dunque è presumibile che i raggi di luce abbian tutti a un dipresso un' eguale elasticità, e per conseguenza altrettanta riflessibilità. Altronde il caso particolare, in cui il violetto sembra esser più riflessibile non proviene che dalla rifrazione, e non sembra appartenere alla riflessione, com' è facile a dimostrarsi. Newton ha dimostrato coll' ultima evidenza, che i raggi differenti sono inegualmente rifrangibili, che il rosso lo è meno, ed il violetto più di tutti; non è dunque da stupirsi che ad una certa obbliquità il raggio violetto trovandosi, nell' uscire dal prisma, più obbliquo nella superficie di tutti gli altri raggi sia il primo ad essere attratto dal vetro, ed obbligato d'entrarvi: laddove gli altri raggi, l' obbliquità de' quali è minore, continuano il loro corso sen-

gli altri : l' oltremare non appare azzurro, se non in quanto riflette fortemente i raggi cilestri, e riceve ne' suoi pori tutti gli altri raggi che vi si disperdono. Lo stesso è degli altri colori de' corpi opachi, e trasparenti; la trasparenza dipende dall' uniformità di densità; e tostochè le parti componenti un corpo, di qualunque figura esse sieno, sono d' ugual densità, il corpo sarà sempre trasparente. Se un corpo trasparente riducesi ad una grossezza assai piccola, que-

---

senza essere attratti ed obbligati d'entrare nel vetro ; questo non è dunque, come Newton pretende una vera riflessione, bensì solo un effetto della rifrazione. Parmi dunque ch' egli non dovesse assicurare in generale, che i raggi più rifrangibili fossero i più riflessibili. Ciò non mi sembra vero se non considerando questo effetto della rifrazione come una riflessione, ciò che non è lo stesso; perciocchè egli è evidente che una luce che cada su d' uno specchio, e che ripercuotesi formando un' angolo di riflessione uguale a quello d' incidenza, forma un caso molto differente da quello in cui essa trovasi nell' uscire d' un vetro si obbliquo nella superficie, che n' è obbligata ad entrarvi ; questi due fenomeni niente hanno di comune, e non possono, a mio parere spiegarsi colla medesima causa.

questa piastra sottile produrrà colori, l'ordine, e le principali apparenze dei quali sono molto differenti dai fenomeni dello spettro, o della frangia colorata; quindi questi colori non derivan già dalla rifrazione, ma dalla riflessione: le piastre sottili de' corpi trasparenti, le bolle di sapone, le penne degli uccelli ec., appariscono colorate perchè riflettono certi raggi, e lasciano passare od assorbiscano gli altri; tali colori hanno le loro leggi, e dipendono dalla grossezza della piastra sottile, una certa grossezza produce costantemente un certo colore, ogni altra non può produrlo, ma ne produce un' altro; ed allorchè questa grossezza è diminuita all'infinito, di maniera che invece d' una piastra sottile, e trasparente altro non vi sia che una superficie levigata su d' un corpo opaco, questa levigatezza che può risguardarsi come il primo grado della trasparenza, anch' esso per mezzo della riflessione produce colori, i quali eziandio hanno altre leggi; imperciocchè, quando si lascia cadere un raggio di luce su d'uno specchio di metallo, questo raggio di luce non si riflette tutt'intero sotto lo stesso angolo, ma se ne disperde una parte che produce colori, i fenomeni de' quali siccome quelli delle piastre sottili non sono per anco stati bastantemente osservati.

Tutt'i colori de'quali or ora ho parlato sono naturali, e dipendono unicamente dalle proprietà della luce; ma ve n' ha altri, i qua-

i quali mi sembrano accidentali, e che dipendono non meno dal nostro organo, che dall' azion della luce. Quando l' occhio è battuto o stretto, veggonsi de' colori in mezzo all' oscurità, e se ne veggon pure quando quest' organo è mal disposto, o affaticato. Questo è quel genere di colori ch' io ho creduto dover chiamare *colori accidentali* per distinguerli dai colori naturali, e perchè realmente non compajono se non quando l' organo è sforzato, o è stato troppo fortemente scosso.

Prima del Dott. Jurin. (40) non v'è chi abbia fatta la menoma osservazione su questo genere di colori, i quali per altro per molti rapporti appartengon ai colori naturali; ed io, che ho scoperto una serie di fenomeni singolari su questa materia sono per riferirli più succintamente, che mi sarà possibile.

Quando si guarda fiso, ed a lungo una macchia, od una figura rossa su d' un fondo bianco, come sarebbe un piccolo quadrato di carta rossa su d' un foglio bianco, si vede nascere all' intorno del piccolo quadrato rosso una specie di corona d' un verde debole; e se cessando dal mirare il quadrato rosso, si porta l' occhio sul foglio bianco, si ve-

---

(40) Saggio *sulla visione distinta*, o *indistinta*, *pag.* 115., delle note sull' Ottica di Smith, *Tom. II.* stampato a Cambridge nel 1738.

si vede distintamente un quadrato d'un verde delicato, tirante alquanto all'azzurro, e quest' apparenza sussiste per maggiore o minor tempo, secondo che più o men forte è stata l' impressione del color rosso. La grandezza del quadrato verde imaginario è la stessa di quella del quadrato reale rosso, e questo verde non isparisce se non dopo che l' occhio si è rassodato, e diretto successivamente su parecchi altri oggetti, l' immagini de' quali distruggono la troppo forte impressione cagionata dal rosso.

Mirando fissamente e per lungo tempo una macchia gialla su d' un fondo bianco, si vede nascer all' intorno della macchia una corona d' un azzurro pallido, e col lasciare di guardar la macchia gialla, e portando l' occhio in un' altra parte del fondo bianco, vedesi distintamente una macchia azzurra della stessa figura, e della stessa grandezza della macchia gialla, e questa apparenza dura almeno tanto, quanto l' apparenza del verde prodotta dal rosso. Dopo aver fatto io stesso questa sperienza, e dopo averla fatta ripetere da altri, gli occhi de' quali eran migliori, e più resistenti de' miei, m' è sembrato che l' impressione del giallo fosse ancora più forte di quella del rosso: e che il color cilestro, ch' essa produce si cancellasse più difficilmente, e durasse più a lungo del color verde prodotto dal rosso; locchè sembra provare, come Newton ha supposto, che il giallo fra tutt' i co-

i colori è quello, che stanca di più i nostri occhi.

Se si guarda fissamente, e per lungo tempo una macchia verde su d'un fondo bianco si vede nascere all'intorno della macchia verde un color biancastro appena colorato d'una piccola tinta di porpora, ma cessando di mirare la macchia verde, e dirigendo l'occhio in un'altra parte del fondo bianco, si vede distintamente una macchia di color porporino pallido, simile a quello d'un amatista pallida; ed una tale apparenza è più debole, ed alquanto men durevole di quella de' colori azzurri, e verdi prodotti dal giallo, e dal rosso.

Similmente mirando fiso, e per lungo tempo una macchia azzurra su d'un fondo bianco, si vede nascere all'intorno della macchia azzurra una corona biancastra alquanto tinta di rosso, e cessando di guardare la macchia azzurra, e dirigendo l'occhio al fondo bianco, si scorge una macchia d'un rosso pallido, sempre della stessa figura, e grandezza della macchia azzurra, e quest' apparenza non dura più a lungo, che l' apparenza porporina prodotta dalla macchia verde.

Mirando parimenti con attenzione una macchia nera su d'un fondo bianco, all'intorno della macchia nera si vede apparire una corona d'un bianco vivo, e cessando di guardare la macchia nera, e dirigendo l'occhio in un'altra parte del fondo bianco, ve-

vedesi la figura della macchia esattamente delineata, e d'un bianco molto più vivo di quello del fondo; questo bianco non è pallido, ma è un bianco lucido simile al bianco del primo ordine degli anelli colorati descritti da Newton; ed all' opposto se mirasi per lungo tempo una macchia bianca su d'un fondo nero, si scorge la macchia bianca scolorarsi, e dirigendo l'occhio in un altra parte del fondo nero, vi si vede una macchia d'un nero più vivo di quello del fondo.

Ecco dunque una serie di colori accidentali, la quale ha rapporto colla serie de' colori naturali; il rosso naturale produce il verde accidentale, il giallo produce l'azzurro, il verde produce il porporino, l'azzurro produce il rosso, il nero produce il bianco, e il bianco produce il nero. Questi colori accidentali non esistono se non nell'organo stanco, poichè un'altr'occhio non li vede; essi hanno eziandio un'apparenza che li distingue dai colori naturali, ed è che sono delicati, lucidi, e sembrano esistere a diverse distanze, secondo che ad oggetti vicini, o lontani si riferiscono.

Tutte queste sperienze sono state fatte su colori pallidi, con pezzi di carta, o di stoffe colorate, ma riescono anche meglio quando si fanno sopra colori lucidi, come con oro brillante e levigato invece della carta, o stoffa gialla, con argento lucido in cambio di carta bianca, con lapislazzulo in cambio di

carta azzurra ec., poichè l' impressione di questi colori lucidi è più viva, e dura assai più a lungo.

Ognun sa, che dopo aver mirato il Sole, l' immagine colorata di quest' astro si porta qualche volta per molto tempo sopra tutti gli oggetti; perchè la luce troppo viva del Sole produce in un' istante ciò che la luce ordinaria de' corpi non produce che in un minuto o due d' applicazione fissa dell'occhio sui colori. Queste immagini colorite del Sole, che l' occhio abbagliato, e troppo fortemente scosso porta dappertutto, sono colori dello stesso genere di que' che abbiam ora descritti, e la spiegazione delle loro apparenze dipende dalla medesima teoria.

Io non m' impegnerò a dar quì le idee che mi sono nate a questo proposito, perciocchè, quantunque sicuro delle mie sperienze non sono ancora certo abbastanza delle conseguenze, che dedurre se ne possono per ardire ad arrischiar proposizioni sulla teoria di questi colori, e quindi mi contenterò di riferire altre Osservazioni in conferma delle Sperienze precedenti, le quali senza dubbio serviranno a rischiarar questa materia.

Guardando fiso, e per assai lungo tempo un quadrato d' un rosso vivo su d' un fondo bianco, si vede subito comparire la piccola corona di verde delicato, di cui pocanzi ho parlato: continuando poi a mirar fiso il quadrato rosso, vedesi il mezzo del quadrato scolorarsi, caricarsi di colore i lati, e formarsi

marsi come un quadro d'un rosso più forte, è molto più carico che il mezzo; dipoi allontanandosi alquanto, e continuando a mirar sempre fiso vedesi il quadrato di rosso carico dividersi in due nei quattro lati, e formare una croce d'un rosso parimenti carico; il quadrato rosso allora sembra come una finestra attraversata nel suo mezzo da un grosso telaio, e quattro afficelli bianchi, poichè il quadrato di questa specie di finestra è d'un rosso tanto forte, quanto il telaio; proseguendo sempre a mirare con ostinatezza, quest'apparenza cangia ancora, e tutto riducesi ad un rettangolo d'un rosso sì carico, sì forte, e sì vivo, che abbaglia interamente gli occhi. Questo rettangolo è della medesima altezza del quadrato, ma non ha la sesta parte della sua larghezza: questo è il sommo grado di fatica a cui l'occhio può reggere; e quando finalmente l'occhio rimuovesi da quest'oggetto, e volgesi ad un'altra parte del fondo bianco, invece del quadrato rosso reale, si vede l'immagine del rettangolo rosso immaginario esattamente delineata, e d'un color verde lucido; ed una tale impressione sussiste per assai lungo tempo, non si scolora che a poco a poco, e rimane nell'occhio anche dopo averlo chiuso. Quanto dissi del quadrato rosso succede altresì quando mirasi per lunghissimo tempo un quadrato giallo o nero, o di qualsivoglia altro colore; si vede egualmente il quadrato giallo o nero, la croce ed il rettango-

 lo,

no poi guardato dal mirare tutti i colori trop-
po forti, e tutti gli oggetti lucidi, ed a po-
co a poco il numero de' punti neri si è di-
minuito, cosicchè al presente non me ne
sento incomodato. Ciò che mi ha convinto
che i detti punti neri derivassero dalla trop-
po forte impressione della luce si è che do-
po aver mirato il Sole, ho sempre veduto
un immagine colorata, la quale più o me-
no a lungo ho veduta su tutti gli oggetti;
e seguendo con attenzione le differenti gra-
dazioni di quest' immagine colorata, riconob-
bi ch'essa scoloravasi a poco a poco, e che
alla fine non osservavo sugli oggetti se non
una macchia nera da principio molto gran-
de, e che diminuivasi poscia insensibilmen-
te, e riducevasi alla fine ad un punto nero.

In quest' occasione sono per riferire un fat-
to molto rimarchevole, ed è ch' io non era
mai tanto incomodato da questi punti neri,
che quando il cielo trovavasi coperto di nu-
bi bianche: giorni di questa sorte m' affati-
cavano molto più che la luce d' un ciel se-
reno, e ciò perchè realmente la quantità di
luce riflessa da un cielo coperto di nubi bian-
che è molto più grande della quantità di lu-
ce riflessa dall' aria pura; e perchè, ad ec-
cezione degli oggetti illuminati immediata-
mente dai raggi del Sole, tutti gli altri og-
getti, che sono nell' ombra, vengon molto
meno illuminati di quelli che rischiarati ven-
gon dalla luce riflessa da un cielo coperto di
nubi bianche.

Pri-

Prima di metter fine a questa memoria, io credo di dover accennare anche un fatto che sembrerà forse straordinario, ma che non è però men certo; ed io stupisco che non sia stato osservato. Le ombre de' corpi, le quali per loro essenza debbon esser nere, perciocchè altro non sono che la privazion della luce, le ombre dissi, sono sempre colorate tanto al levare, quanto al tramontar del Sole: osservai durante la state dell'anno 1743. più di trenta volte l'aurora, ed altrettante il tramontare del Sole, e tutte le ombre che cadevano sopra il bianco, come sopra un muro bianco, erano qualche volta verdi, ma più spesso azzurre, e d'un azzurro così vivo quanto il più bel turchino. Dimostrai un tale fenomeno a parecchie persone, le quali meco si stupirono: la stagione niente influisce, giacchè non sono otto giorni (15. Novembre 1743.) ch'io ho veduto ombre azzurre, e chiunque vorrà prendersi la pena di guardare l'ombra d'uno delle sue dita allo spuntare, ed al tramontare del Sole, su d'un pezzo di carta bianca, vedrà com' io ho veduto quest' ombra azzurra. Io non so che veruno Astronomo, o qualunque altro abbia parlato d'un tal fenomeno; ed ho creduto, che in grazia della novità mi si permetterà di riferir in compendio quest' osservazione.

Nel mese di Luglio del 1743., tempo in cui era occupato dietro a' miei colori accidentali, e cercava di veder il Sole, alla

luce del quale l'occhio regge meglio quando tramonta, che in qualunque altra ora del giorno, per riconoscere indi i colori, e le mutazioni cagionate da questa impressione, osservai che le ombre degli alberi, le quali cadevano su d'una muraglia bianca, eran verdi. Io ritrovavami in un luogo alto, ed il Sole tramontava in un seno di monti, talchè sembravami molto abbassato al disotto del mio orizzonte; il cielo era sereno, dall'occidente in fuori, il quale, quantumque sgombro di nubi, era carico d'un velo trasparente di vapori d'un giallo rossastro; il Sole stesso era assai rosso, e la sua grandezza apparente almeno quattro volte maggiore di quella ch'è al mezzo giorno; osservai dunque distintissimamente le ombre degli alberi, i quali erano alla distanza di 20., e 30. piedi dal muro bianco, tinte d'un verde delicato, tirante alquanto al cilestro; l'ombra d'un pergolato distante 3. piedi dal muro, era perfettamente delineata sul muro, come se fosse stata recentemente dipinta di verde grigio: una tale apparenza durò 5. minuti incirca, dopo di che il colore s'indebolì colla luce del Sole, e non disparve interamente, se non colle ombre. Il giorno dopo allo spuntar del Sole andai a vedere altre ombre su di un muro bianco, ma invece di trovarle verdi, come io m'aspettavo, le trovai azzurre, o piuttosto del color dell'indico più vivo: il cielo era sereno, e non eravi, che a Levante

un

un piccol velo di vapori giallaſtri ; il Sole ſpuntava da una collina in maniera che ſembravami innalzato al di ſopra del mio orizzonte, e le ombre cileſtre non duraro-no che 3. minuti , dopò il qual tempo mi ſembraron nere ; nello ſteſſo giorno al tra-montar del Sole tornai a vedere le ombre verdi, come le avevo vedute il giorno in-nanzi. Paſſaron poi ſei giorni ſenza poter oſſervare le ombre al tramontare del Sole per eſſer ſtato ſempre tutto coperto di nubi; il ſettimo giorno al tramontar del Sole vi-di che le ombre non eran più verdi , ma tinte d' un bel azzurro, oſſervai che i vapo-ri non erano molti abbondanti , e che il Sole eſſendoſi ne' ſette giorni avvanzato tra-montava dietro un monte , che lo faceva ſparire prima che poteſse abbaſſarſi al di ſotto del mio orizzonte. Dopo queſto tem-po io ho ſpeſſiſſimo oſſervate le ombre tan-to allo ſpuntare , quanto al tramontare del Sole , e non le ho vedute mai ſe non ci-leſtre , qualche volta d' un azzurro aſsai vivo, e qualche volta d' un azzurro pallido, d' un azzurro carico, coſtantemente però ci-leſtri.

Queſta Memoria è ſtata ſtampata con quelle dell' Accademia Reale delle Scienze dell' anno 1743. Eccovi ciò che ſtimo do-ver aggiungere al giorno d' oggi (anno 1773.).

Alcune oſservazioni più frequenti m' han fatto conoſcere, che le ombre non appari-

scon mai verdi allo spuntare, o al tramontare del Sole, se non quando l' orizzonte è carico di molti vapori rossi; in ogni altro caso le ombre son sempre azzurre, e tanto più, quanto più sereno è il cielo. Questo colore azzurro delle ombre altro non è, che il calore stesso dell' aria, ed io non so per qual motivo alcuni Fisici abbian definita l' aria un fluido *invisibile* (*), *senz' odore, e sapore*, poichè egli è certo che l' azzurro celeste non è altro che il colore dell' aria; che per certo abbisogna una gran densità d' aria, perchè il nostr' occhio distingua il colore di quest' elemento, ma che tuttavia quando miransi da lontano oggetti oscuri, esse veggonsi più o men azzurre. Questa osservazione, che i Fisici non avevan fatto sulle ombre, e sugli oggetti oscuri mirati da lontano, non è stata trascurata da' bravi Pittori, e deve di fatto servir di base al colore degli oggetti lontani, i quali tutti avranno una tinta azzurriccia tanto più sensibile, quanto più si supporranno lontani dal punto di vista.

Mi si potrà chiedere, come questo colore azzurro che non è sensibile al nostro occhio se non quando v' è una grandissima densità d' aria, tuttavia allo spuntare, ed al tramontare del Sole osservasi così bene alla distanza d' alcuni piedi? Com' è possibile

(*) Dizionario di Chimica, *articolo dell' Aria*.

le che queſto colore dell' aria che appena è ſenſibile alla diſtanza di dieci mille teſe poſſa dare all' ombra nera d' un pergolato lontano dalla muraglia bianca niente più di tre piedi un colore del più bello azzurro? dalla ſoluzione di queſta queſtione dipende appunto la ſpiegazione del fenomeno. Egli è certo che la poca denſità d' aria, la quale non è che di tre piedi tra il pergolato ed il muro, non può comunicare al color nero dell' ombra una tinta così forte d' azzurro: perchè ſe ciò foſse vedrebbonſi nel mezzo dì, e in tutti gli altri tempi del giorno le ombre cileſtri, come veggonſi allo ſpuntare, ed al tramontar del Sole. Dunque queſt'apparenza non dipende ſoltanto, anzi quaſi niente dalla denſità dell' aria tra l' oggetto e l' ombra. E neceſsario però conſiderare, che allo ſpuntare, ed al tramontar del Sole, la luce di queſt' aſtro, debole eſsendo nella ſuperficie della Terra, quanto può eſſerlo per la maſsima obliquità di eſso, le ombre ſono men denſe, cioè men nere nella ſteſsa proporzione; e nel tempo ſteſso la Terra non eſsendo più illuminata, ſe non da queſta luce debole del Sole, la quale ne rade ſoltanto la ſuperficie, la maſsa dell' aria, la quale è più alta, e riceve eziandio per conſeguenza men obliquamente la luce del Sole, ci tramanda queſta luce, e c' illumina allora tanto, e forſe più che il Sole. Or queſt' aria pura ed azzurra non può illumi-

M 6 nar-

narci se non col tramandarci una gran quantità di raggi del suo stesso colore azzurro; e quando questi raggi azzurri, che l'aria riflette, cadranno sopra oggetti privi d' ogni altro colore, come le ombre, essi le comunicheranno una più o men forte tinta d'azzurro, secondo che meno vi sarà di luce diretta del Sole, e più di luce riflessa dell' atmosfera. Potrei aggiugnere parecchie altre cose, le quali ci condurrebbero alla spiegazione del fenomeno, ma credo che quanto ho detto finora sia bastante, perchè i begl' ingegni l' intendano, e ne rimangan soddisfatti.

Io credo di dover accennar quì alcuni fatti osservati dal Sig. Abbate Millot una volta decano e gran vicario di Lione, il quale ebbe la bontà di comunicarmeli con sue lettere de' 18. Agosto 1754., e 10. Febbrajo 1755., delle quali ne porgo l' estratto.
„ Non solamente allo spuntare del Sole colo-
„ ransi le ombre: a mezzo giorno, co-
„ perto essendo di nubi il cielo, eccettuata-
„ ne qualche parte di esso, dirimpetto ad
„ una di quelle aperture che le nubi lascian
„ tra loro, feci cadere delle ombre d'un as-
„ sai bell' azzurro su della carta bianca,
„ in lontananza d' alcuni passi da una fine-
„ stra. Unite essendosi le nubi, l' azzur-
„ ro disparve. Aggiugnerò di passaggio che
„ più d' una volta ho veduto l' azzurro del
„ cielo dipingersi come in uno specchio su
„ d' un muro ove la luce cadeva obliquamen-
„ te.

„ te . Sonovi ancora altre osservazioni a
„ mio giudizio più interessanti, ma prima di
„ farne il novero mi trovo obbligato di abbozzare la topografia della mia camera. Essa è
„ a terzo piano; la finestra in vicinanza
„ d'un angolo ad occidente; la porta quasi
„ dirimpetto. Questa porta mette in una
„ galleria, in fine della quale alla distanza di due passi v' è una finestra situata
„ a mezzo giorno. Le luci delle due finestre s' uniscono restando aperta la porta contro uno de' muri; ed è appunto in
„ quel sito ch' io ho veduto delle ombre
„ colorate quasi in tutte le ore, ma principalmente verso le dieci della mattina.
„ I raggi del Sole anche obliquamente ricevuti dalla finestra della galleria, non
„ cadono per mezzo di quella della camera,
„ sul muro poc' anzi accennato. Colloco
„ in distanza di qualche pollice dal detto
„ muro le sedie di legno a spalliera forata:
„ le ombre allora sono di colore qualche
„ volta vivissimo; ed io ne ho vedute alcune, le quali, quantunque delineate dalla stessa parte eran l' una d' un verde carico, l' altra d' un bel turchino. Quando la luce impiegasi in maniera che le
„ ombre sian egualmente sensibili da una
„ parte, e dall'altra, quella che è opposta
„ alla finestra della camera è o azzurra,
„ o violetta; l' altra ora verde, ora giallastra. Questa è accompagnata d' una
„ specie di penombra ben colorita che for-

„ ma

„ ma come una doppia cornice azzurra
„ d' una parte, dall' altra verde o rossa, o
„ gialla, secondo l' intensità della luce. S'
„ io chiudo l' imposte della mia finestra, i
„ i colori di questa penombra, sovente han-
„ no maggior lucido; e scompajono se chiu-
„ do la porta per metà. Debbo aggiugnere
„ che il fenomeno non è poi così sensibile
„ nell' inverno. La mia finestra è all' occi-
„ dente d' estate, ed io feci le mie prime
„ sperienze in questa stagione, tempo in
„ cui i raggi dei Sole cadevano obliquamen-
„ te sul muro, che fa angolo con quello,
„ in cui le ombre coloravansi.

Da queste osservazioni del Sig. Abbate Millot ben si ricava che basta che la luce del Sole cada assai obliquamente su d'una superficie, perchè l' azzurro del cielo, la cui luce cade sempre direttamente vi si dipinga, e colorisca le ombre. Ma le altre apparenze da lui accennate non dipendono se non dalla posizione de' luoghi, e da altre circostanze accessorie.

TA-

TAVOLA DELLE MATERIE

Contenute ne' primi due Tomi di questo Supplemento.

A

mo, o i quadrupedi, e per questa ragione hanno maggior calore; quei che gli hanno men dilatati, hanno molto men calore; e ciò generalmente dipende dalla forza, e dall'estensione de' polmoni, *Tom. I.* 100 *e seg.* Gli animali fissano, e trasformano l'aria, l'acqua, ed il fuoco in maggior quantità de' vegetabili. — Le funzioni dei corpi organizzati sono uno de' più potenti mezzi, che la Natura impiega per la conversione degli elementi: *ivi*, 130.

ANIMALI *a conchiglia*. Gli animali a conchiglia, o a trasudamento pietroso sono in mare in maggior numero, che non è sulla terra il numero degl' insetti. *Tom.* I., 127.

ANTIMONIO. Differenza della fusibilità tra il regole d'antimonio, o antimonio naturale, e l'antimonio che ha già sofferta la prima fusione, *Tom. I.*, 349.

ARIA (l') è il primo alimento del fuoco; alimento necessario, senza il quale il fuoco non può sussistere. — Un picciol punto di fuoco, qual'è quello d'una candela di cera collocata in un vaso ben chiuso, assorbisce in poco tempo una gran quantità d'aria; e finalmente si spegne, quando o la quantità, o la qualità di quest' elemento le manchi. *Tom. I.*, 46. L'aria è la più fluida di tutte le materie conosciute, eccettuatone il fuoco, il qual'è la cagione d'ogni fluidità; e 'l fuoco deve risguardarsi come più fluido dell'aria. — Conseguenze ricavate dalla gran fluidità dell'aria: *ivi*, 47. *e seg.* L'aria è fra tutte le materie conosciute, quella che il calore mette più facilmente in moto espansivo. L'aria avvicinasi molto alla natura del fuoco. Perchè essa aumenti cotanto l'attività del fuoco, e sia così necessaria alla sua sussistenza: *ivi*, 48. In qual maniera il fuoco, assorbendo l'aria, ne distrugga la molla. — In qual maniera l'aria elastica diventi fissa. — L'aria essendo rarefatta dal calore può occupare uno spazio tredici volte più esteso del suo volume ordinario: *ivi*, 54. L'aria è fra tutte le sostanze materiali quella che sembra esistere più indipendentemente, e senza soccorso del fuoco. — Abbi-

B

BILANCIA *idrostatica*. Le sperienze idrostatiche fatte su piccioli volumi sono tanto difettose, che non se ne può far verun conto, *Tom. II.*, 12.

BUCOLARE. Pezzo di rame o di ferro, che serve a dirigere il vento nell'interiore dei fornelli delle ferriere. *Tom. II.*, 89.

BURE. Così chiamasi la parte superiore del fornello, che s inalza al disopra del suo terrapieno. *Tom. II.*, 89.

C

CALCAREO. Le materie calcaree si possono ridurre in vetro, come tutte le altre materie terrestri, col fuoco de' forni, o degli specchi ustorj. *Tom. I.*, 76. 77.

CALCE (la) fatta colle conchiglie è più debole di quella del marmo, o di pietra dura. — Spiegazione dei differenti fenomeni, che ci presenta la calcinazione della calce. *Tom. I.*, 128. 129. La calce, che ha sofferta una lunga calcinazione contiene una gran parte d'alkali, *ivi*, 135. Mezzo facile di far la calce con poca spesa. *Tom. II.*, 98. Differenza della calce fatta a fuoco lento, o semplicemente col calore oscuro, e della calce fatta al modo ordinario: *ivi*. 99.

CALCINAZIONE. Colla semplice calcinazione s'accresce il peso del piombo quasi d'un quarto; e si diminuisce quasi della metà il peso del marmo. Havvi dunque un quarto di materia ignota che il fuoco aggiugne al primo, ed una metà di materia egualmente ignota che toglie al secondo; ed è evidente, che lavorando sul piombo, o sul marmo dopo la loro calcinazione, più non si travagliano materie, se non adulterate, o composte dall'azione del fuoco. *Tom I.*, 68. La calcinazione è per li corpi fissi, ed incombustibili quello che la combustione è per le materie volatisi, ed infiammabili. — Essa ha bisogno, come la combustione del soccorso dell'

dell' aria. — Paragone della calcinazione, e della combustione: *Tom. I.* 85. *e seg.* Qualunque calcinazione è sempre accompagnata da un poco di combustione, e parimente qualunque combustione da un poco di calcinazione: *ivi*, 86. Spiegazione della maniera, colla quale alcune materie crescan di peso per l' effetto della calcinazione: *ivi*, 88. La calcinazione prodotta dal calore nascosto nella pietra calcarea fino a due piedi, o due piedi e mezzo di profondità. *Tom. II.*, 98. E' maggiore pel calore nascosto; e concentrato, che pel fuoco libero e luminoso: *ivi*, 97. Modo di fare con poca spesa la calcinazione del gesso e delle pietre: *ivi*, 178.

CALCOLO. Tutto si può rappresentare col calcolo, ma niente realizzare. *Tom. I.*. 161.

CALO (il) del ferro in ferraccia è ordinariamente del doppio, cioè di un terzo, e sovente anche di di più, se vogliasi ottenere del ferro di qualità eccellente; ed il ferro fatto con ferraglie vecchie non fa nemmeno la metà di calo, cioè diminuisce della sesta parte. *Tom. II.*, 63.

CALORE. Il calore sembra essere ancor più affine della luce all' essenza del fuoco, e devesi riguardare come una cosa diversa dalla luce, e dal fuoco. *Tom. I.*, 25. Esso esiste tante volte senza luce, *ivi*. Si son fatte minori scoperte sulla natura del calore, che su quella della luce: *ivi*, 26. La sede del calore è diversa di quella della luce: *ivi*, 27. Il globo terrestre, e generalmente tutte le sostanze fluide e solide, che lo compongono o circondano, hanno tutte un calore proprio assai grande, e maggiore del calore, che ci deriva dal Sole, *ivi*. Qualunque materia conosciuta è calda, e per conseguenza il calore è un' affezione molto più generale, che quella della luce: *ivi*, 28. Le molecole del calore sono assai più grosse di quelle della luce. — Il principio del calore è l'attrito de' corpi: *ivi*, 28 29. Produzione del calore e della luce; loro differenza: *ivi*, 29. Esso va perdendo la sua propagazione assai più della luce: *ivi*; 34. Debbonsi riconoscere due sorta di calore; uno lucido

do, di cui il Sole è la miniera immensa, e l'altro oscuro, il cui gran serbatojo è il globo terrestre: *Tom.I.*, 38. Il calore, che emana dal globo della terra è ben più considerevole di quello, che ci viene dal Sole. -- Esso nel clima di Parigi è almeno ventinove volte in estate, ed in inverno quattrocento volte più grande del calore, che ci viene dal Sole: *ivi*, 40. Effetti del calore del globo terracqueo sulle materie minerali: *ivi*, 42. Il calore interiore del globo della terra originalmente è stato assai più grande che non sia al presente, ed al quale si debbono, come a causa prima, attribuire tutte le sublimazioni, precipitazioni, aggregazioni, separazioni, in una parola, tutt' i movimenti che si son fatti, e che giornalmente accadono nell' interno del globo: *ivi*. 45. Il solo calore spogliato d'ogni apparenza di luce e di fuoco può produrre i medesimi effetti del fuoco il più violento: *ivi*, 46. Esso scaccia dai corpi tutte le particelle umide, e dilata i corpi disseccandoli, aumentandone la durezza; esempio di questa durezza acquistata col calore nelle pietre calcaree. -- Esso accresce il peso specifico di diverse materie, e fissasi nel loro interno, quando sia per lungo tempo applicato: *ivi*, 84. I gradi del calore sono diversi nei differenti generi di animali: *ivi*: 97. Il calore proprio del globo della terra entra come elemento nella combinazione di tutti gli altri elementi: *ivi*, 115. Progresso del calore, tanto per l'entrata, che per l'uscita nei globi di ferro di differenti diametri, determinato dalle precise sperienze: *ivi*, 206. *e seg* La durata del calore nei globi è rigorosamente proporzionata al loro diametro, quando in supposizione matematica, questi globi siano composti di una materia perfettamente permeabile al calore, di modo che la sortita del calore fosse assolutamente libera, e che le particelle di fuoco non trovassero verun ostacolo, che potesse arrestarle, nè cangiar il corso della loro direzione -- Ma le difficoltà, che risultano dalla permeabilità non assoluta, imperfetta ed ineguale d'ogni materia soda, anzichè diminuire il tempo della durata del calore, deve all'opposto aumen-

mentarlo: *Tom. I.*, 184. 185. La durata del calore nelle differenti materie esposte allo stesso fuoco durante un tempo eguale, è sempre nella stessa proporzione, sia il grado di calore più grande o più piccolo; esempj: *ivi*, 201. 202. Non è a proporzione della loro densità, che i corpi ricevano o perdano il calore con maggiore o minore celerità, ma per un rapporto assai diverso, il quale è in ragione inversa della loro solidità, cioè della loro maggiore o minore non fusibilità: dimostrasi coll' esperienza questa verità: *ivi*, 203. *e seg.* La densità non è relativa alla scala dei gradi del calore nei corpi solidi, nè nei fluidi: *ivi*, 03. Ordine, col quale le materie minerali ricevono, e perdono il calore, cominciando dal ferro, al quale abbisogna maggior tempo di tutte le altre materie per iscaldarlo, e raffreddarlo.

Ferro.	Piombo.
Smeriglio.	Stagno.
Rame.	Pietra calcarea tenera.
Oro.	Argilla.
Argento.	Bismuto.
Zinco.	Porcellana.
Marmo bianco.	Antimonio.
Marmo comune.	Ocra.
Pietra calcarea dura.	Creta.
Pietra arenosa.	Gesso.
Vetro.	Legno.

ivi, 331. *e seg.* Il progresso del calore nei metalli, semi-metalli, e minerali metallici, è nella stessa ragione, o almeno in ragion assai prossima a quella della loro fusibilità: *ivi*. Il progresso del calore in tutte le sostanze minerali, è sempre presso-chè in ragione della loro più o men grande facilità a calcinarsi e a fondersi, ma quando la loro calcinazione, o fusione sono egualmente difficili, ed esigono un grado di calore estremo, allora il progresso del calore si fa secondo l'ordine della loro densità: *ivi*, 355. Quando il calore è applicato per lungo tempo, esso si fissa nelle pietre, e nelle altre materie solide, e ne aumenta il peso specifico. *Tom.*

CAN.

di quei dei colori accidentali. — Lo stesso è delle fiamme, e dei punti neri, che si vedono quando l' organo dell' occhio è troppo affaticato. *Tom. II*, *pag.* 266. Altre sperienze sopra i colori accidentali: *ivi*, 266., *e seg*.

COMBUSTIBILI. Le materie combustibili non si consumano nei vasi ben chiusi, quantunque esposti all' azione del più gran fuoco. *Tom. I.*, 47. Può misurarsi la celerità o la lentezza, colla quale il fuoco consuma le materie combustibili colla quantità maggiore o minore d' aria, che vi concorre: *ivi*, 50. Materie combustibili, che sembrano non aver bisogno d' aria per consumarsi: *ivi*, 51. 52. Spiegazione della maniera, colla quale si consumano queste materie: *ivi*. Differenza delle materie combustibili, e non combustibili: *ivi*. Rapporto delle materie combustibili col fuoco: *ivi*, 52. Differenza essenziale tra le materie volatili e le materie fisse, e tra le sostanze più o meno combustibili: *ivi*, 53. Tutte le materie combustibili derivano originalmente dagli animali, o dai vegetabili; prova di quest' asserzione: *ivi*, 55. *e seg*.

COMBUSTIONE. Maniera, colla quale si opera nella combustione. *Tom. I.*, 51. *e seg*. Cosa essa supponga oltre la volatizzazione: *ivi*, 53. Suoi effetti paragonati con quei della calcinazione: *ivi* 83.86. La combustione e la calcinazione sono effetti del medesimo ordine, *ivi*.

COMETE. Correzione da farsi nel testo di Nevvton sul calcolo ch' egli fa del calore, che il Sole ha comunicato alla Cometa del 1680. *Tom I.*, 192. Questa Cometa non ha potuto ricevere il grado di calore assegnato da Nevvton, bisognava perciò ch' essa dimorata si fosse per un tempo ben lungo in vicinanza del Sole. *Tom I.*, 195. Spiegazione dell' origine di ciò che noi chiamiamo *le Code delle Comete*: *ivi*, 198. Quando le Comete s' avvicinano al Sole non ricevono elleno già un calore immenso, nè moltissimo tempo durevole; il loro soggiorno in vicinanza di quest' astro è tanto breve, che la loro massa non ha tempo a scaldarsi, e che quasi la sola parte superficiale esposta al Sole può esser bruciata

D

mezzo sono tutt' i forni, nei quali si adoperano i ventilatori, i mantici, le trombe, i tubi d'aspirazione ec. Gl' istromenti del secondo mezzo sono tutt' i forni di riverbero; e quei del terzo sono gli specchi ustorj Ciascuno di questi mezzi impiegati sopra le stesse materie, spesso producon risultati assai diversi. *Tom.I.63*. L'amministrazione del fuoco deve dividersi in tre graduazioni generali, la prima relativa alla celerità, la seconda al volume, e la terza alla massa di quest'elemento. -- Le materie, che si sottopongono all'azione del fuoco debbono essere divise nelle sue classi; quelle ch' esposte al fuoco scemano del loro peso, quelle che in vece di scemare acquistano un maggior peso, e quelle che non perdono, nè acquistano: *ivi*, 65. Il fuoco è realmente grave come qualunque altra materia: *ivi*, 67. *e seg.* Materie, colle quali il fuoco ha maggior affinità, *ivi*. Il fuoco al par dell' aria trovasi sotto una forma fissa e concreta quasi in tutt' i corpi, *ivi*. Materie indifferenti all' azione del fuoco: *ivi*, 69. 70 Il fuoco comunicasi per mezzo della luce; e 'l calor solo non può produrre il medesimo effetto, se non diventando forte quanto basti per esser luminoso: *ivi*, 78.

FUSIBILITA'. Spiegazione delle cagioni della fusibilità. *Tom. I.*, 345.

FUSIONE (la) è un' operazione generalmente pronta, la quale ha maggior rapporto colla celerità del fuoco, che la calcinazione, la quale è quasi sempre lenta. *Tom. II.*, 89.

FUSIONE *del ferro*. Mezzi di correggere nel raffinamento la cattiva qualità della fusione del ferro. *Tom. II* 60. La buona fusione del ferro è la base di qualunque ferro buono: *ivi*, 61 Essendo scaldato per lungo tempo con un fuoco grandissimo acquista maggior durezza e tenacità. Acquista pure un maggior peso specifico: *ivi*.

GES-

G

I

L

N

O

fi nel

si nel numero de' metalli, le cui proprietà essenziali sono la fusibilità, e la duttibilità. *Tom II.*, 5. 6. L'oro bianco è una mescolanza, ossia lega di ferro, ed oro formata dalla natura: *ivi*. Avvi nell'oro bianco molto ferro, nè con esso ritrovasi semplicemente mescolato, ma intimamente incorporato: *ivi*, 7. Possono togliersi all'oro bianco colla calamita sei settime parti del suo totale: *ivi*. Sua composizione, e mescolanza: *ivi*, *e seg.* Il ferro, ch'è unito all'oro bianco, e quello ancora che non è, se non con una mescolanza, trovasi in uno stato differente dal ferro ordinario: *ivi*, 8. Questo minerale è assai crudo, il che avrebbe dovuto far supporre che non è un metallo, ma una lega: *ivi*, 11. *e seg.* Il peso specifico dell'oro bianco non è molto dappresso così grande, come quello dell'oro. ... Diverse sperienze sopra questo soggetto, dalle quali risulta che il peso specifico dell'oro bianco è minore d'una dodicesima parte dell'oro: *ivi*, 19. Esperienze del Sig. Conte di Milly sopra l'oro bianco: *ivi*, 16. *e seg* Vi sono delle specie che sono mescolate di parti cristalline, e di piccioli rubini, ed ancora di piccioli topazzi ec ed avvi pure altra sorta d'oro bianco che niente contiene di simili pietre: *ivi*, 27. *e seg.* Esso contiene grani emisferici, i quali pare che indichino, che sia prodotto dal fuoco: *ivi*. La miniera d'oro bianco anche la più pura, che niente contiene di parti cristalline è spesse volte mescolata d'alcune pagliuole d'oro, *ivi*, 28. L'oro ed il ferro, di cui è composto l'oro bianco vi sono uniti d'una maniera la più stretta ed intima, che nella lega ordinaria di questi due metalli; ed il ferro ch'è incorporato all'oro bianco è d'una qualità diversa dallo stato ordinario: *ivi*, 32, 33. Esperienze del Sign. de Morveau sopra questo minerale, 33. *e seg* E' sperabile d'arrivare a fondere senz'altra aggiunta l'oro bianco nei nostri fornelli più buoni coll'applicargli il fuoco molte volte in fila, mentre i crociuoli migliori non potrebbero resistere all'azione d'un fuoco tanto violento per tutto il tempo necessario a tutta l'operazione. *ivi*, 43. Fondendolo senz' al-

tr'

S

T

la massa delle quali è mille, e cento mila volte più considerabile di quella di tutte le altre sostanze terrestri, che deve riguardarsi come il vero fondo di quest' elemento. *Tom. I.* 145.

TINO. Così chiamasi il luogo della maggior capacità del fornello, ove si fanno le miniere di ferro; questo luogo ordinariamente trovasi a un quarto, e ad un terzo dell'altezza del fornello presa al basso, cioè a due terzi, o tre quarti dopo il piano superiore del fornello. *Tom. II.*, 79.

TRASPARENZA. Cagione della trasparenza; la levigatezza' ne' corpi opachi può riguardarsi come il primo grado della trasparenza. *Tom. II.*, 257. *e seg.*

TYMPE. Così chiamasi quel pezzo di ferro, che si posa sopra il crociuolo dalla parte dell apertura, per la quale si cola la materia nei forni a fonder la miniera di ferro. *Tom. II.*, 80.

V

VASCELLI. Mezzo assai facile, col quale si potrebbon vedere con semplice occhio senza cannocchiali i vascelli in mare tanto lontano, quanto la curvatura della terra lo permette, cioè a sette o otto leghe. *Tom. II.*, 205. 206. Questo mezzo consiste in sopprimere l'effetto della luce intermedia, *ivi*.

VEGETABILE (il) si trasmuta nella sua sostanza una gran quantità d'aria, ed una quantità ancor maggiore d'acqua; la terra fissa, che si appropria, e che serve di base a questi due elementi è in così tenue quantità, ch'essa non è che la centesima parte della sua massa. *Tom. I.*, 131. Il feltro vegetabile non può produrre che una picciola quantità di pietre; all'opposto il feltro animale ne produce una quantità immensa, *ivi*.

VEGETABILI (i) hanno un grado di calore proprio; esperienza che lo prova. *Tom. I.*, 97. *e seg.*

VERGA di ferro intagliata. Sua fabbrica; e suo uso. *Tom. II.*, 61.

VETRIFICABILE. Materie vetrificabili; origine e gra-

gradazione delle coste del mare, e della formazione delle materie vetrificabili. *Tom. I.*, 147.

VETRISCIBILE. Le materie vetriscibili seguono nel loro raffreddamento l'ordine della densità. *Tom. I.*, 352.

VETRO (il) è il termine ulteriore, al quale si posson ridurre col fuoco tutte le sostanze terrestri. Esso è la base di queste medesime sostanze. *Tom. I.*, 130. 131. Ed è la sostanza più antica della terra: *ivi*, 145. Il vetro è dotato d'elasticità, e può piegarsi fino ad un certo segno senza rompersi. Uno specchio di due o tre linee di grossezza può piegarsi all'incirca un pollice per piede. *Tom. II.*, 212.

VETRO d'una grandissima trasparenza. *Tom. II.*, 227. *e seg.* Paragone della trasparenza di questo vetro con quella degli specchi di St. Gobin: *ivi*, 227. 228. Composizione di questo vetro, *ivi*. Difficoltà di fondere il vetro in gran pezzi grossi, *ivi*, 229. *e seg.*

Z

ZOLFO. Sua composizione, e produzione. *Tom I*, 57. 58. Il zolfo è della stessa natura delle altre materie combustibili, e trae parimente la sua origine dagli sminuzzamenti degli animali e dei vegetabili, *ivi*. Esso altera, discioglie, ed anche discompone il ferro, e lo snatura; in fatti se avvicinasi una verga di ferro assai rovente ad un ammasso di zolfo, il ferro si liquefà tosto in granaglie, che non son più ferro, nè tampoco fusione, ma una specie di pirite marziale, del quale non se ne può far verun uso. *Tom. II.*, 77. 78. Il zolfo passa in fusione con un calore di circa 90. gradi (divisione di Reamur) *ivi*, 102.

Fine della Tavola delle Materie.

Tav. I.
A
G
G
M
R
H
E
L
C
K
D
L
E
R
M
G
G
B
Scala di 6. piedi

Tav. II.

Scala di 6. piedi

F. de Grado inci.

Tav. III.

B

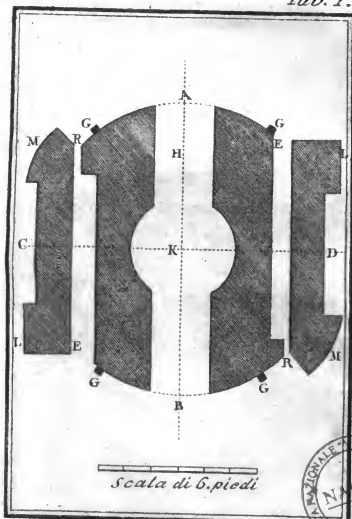
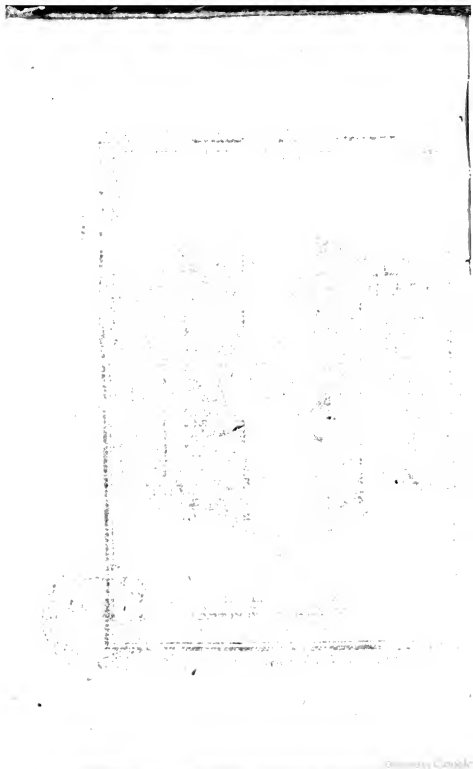
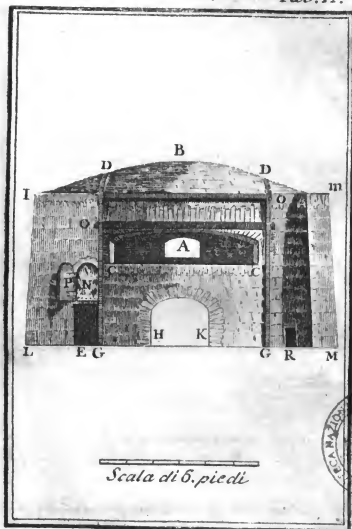
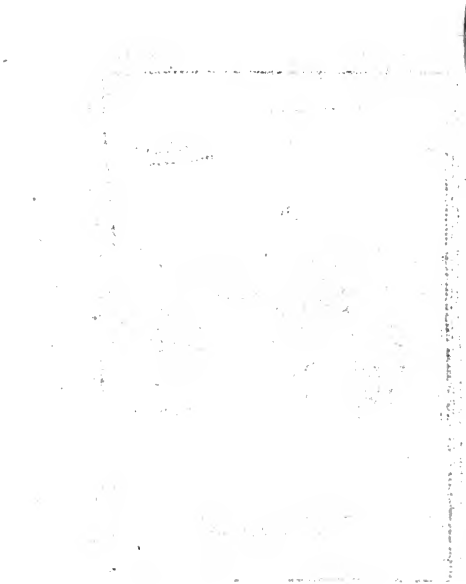
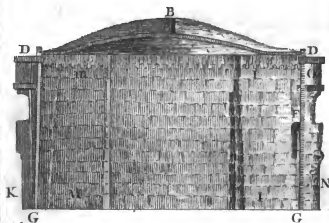
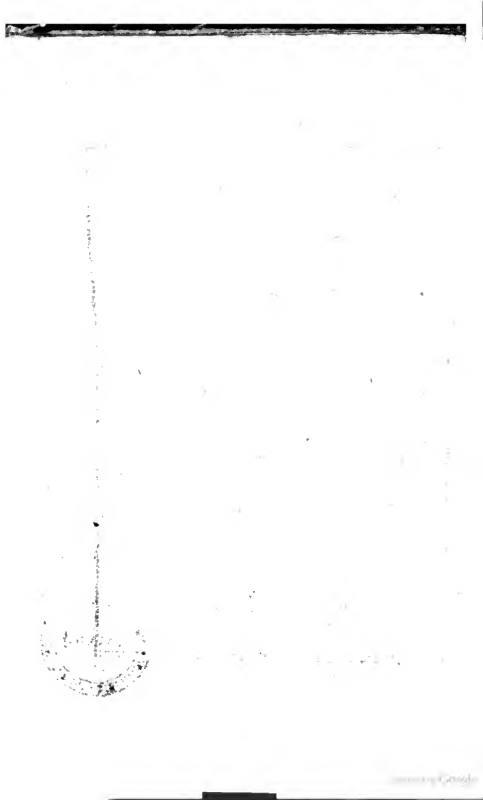
D D

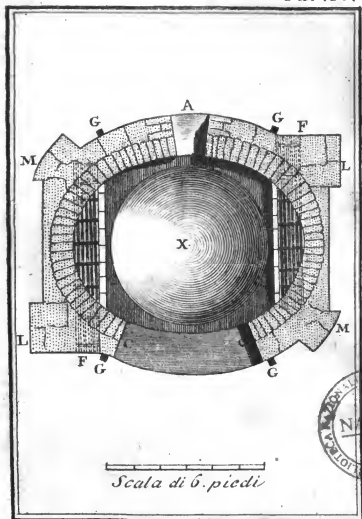
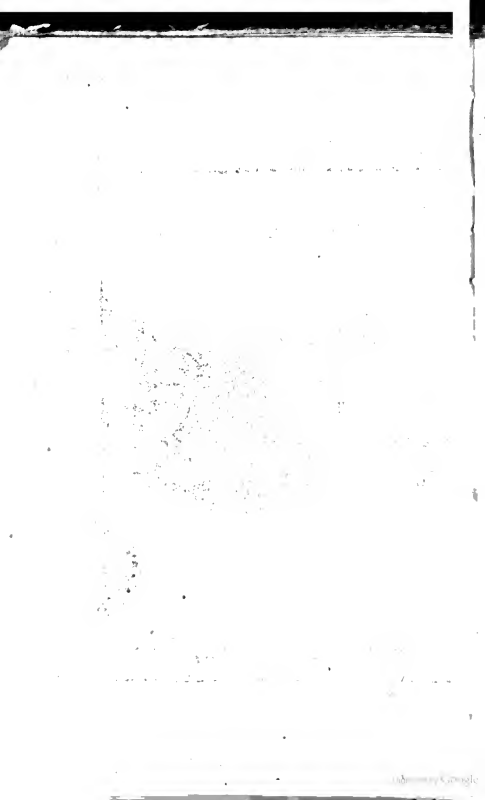
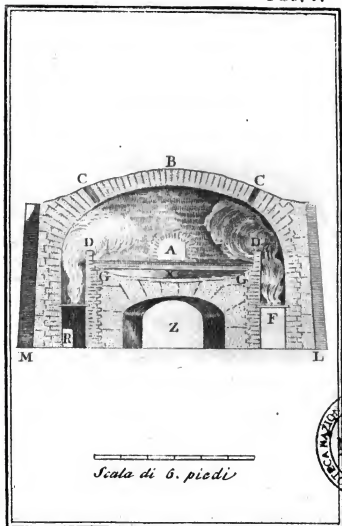
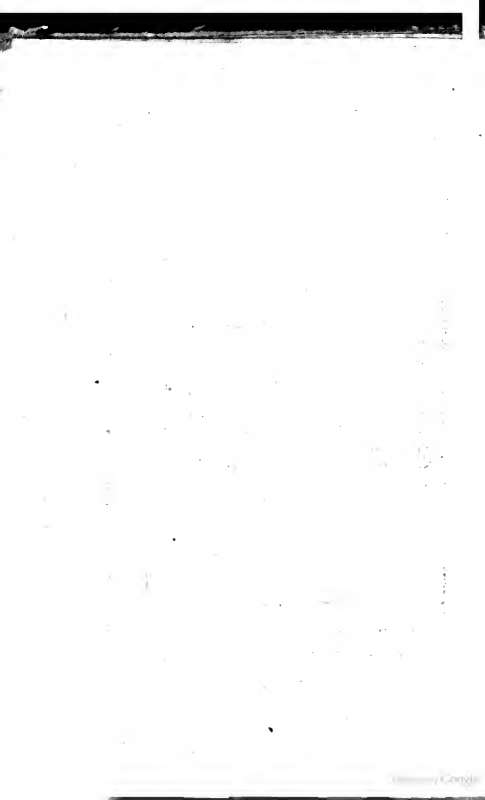
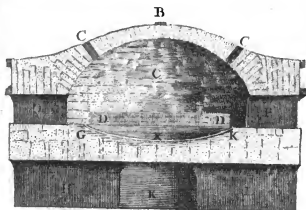
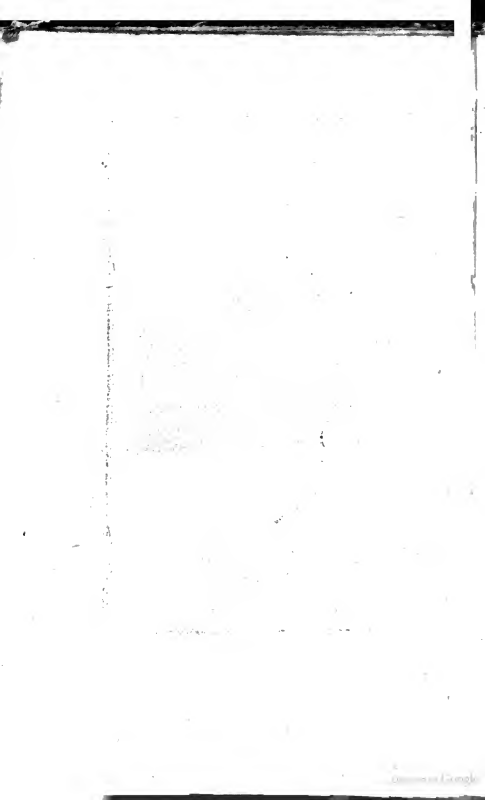
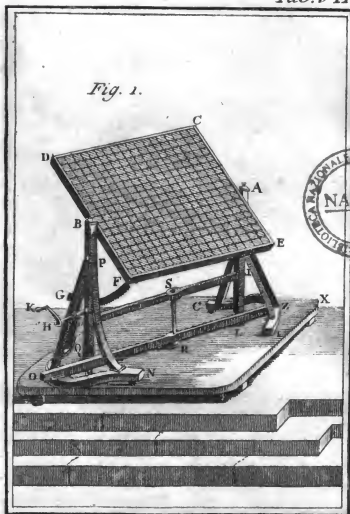
C

F

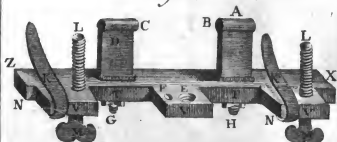
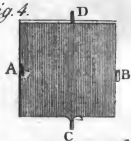
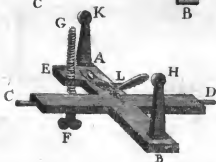
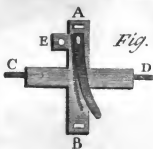
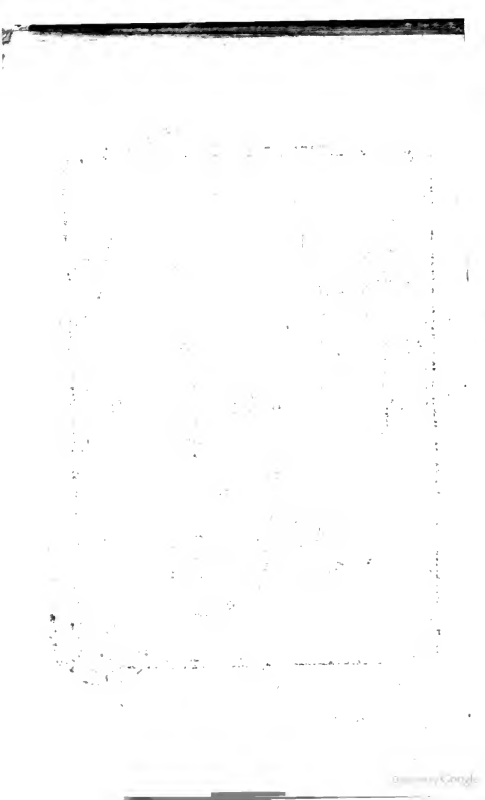
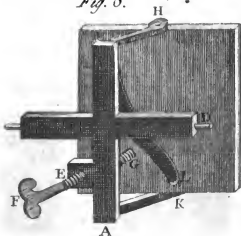
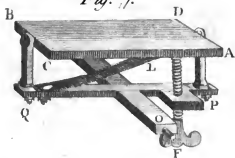
K N

M

G G

Scala di 6. piedi

Tav. IV.

F. de Grado inc.

Tav. V.

Filip. de Grado inc.

Tav. VI.

Scala di 6. piedi

Tav. VII.

Filip. de Grado inc.

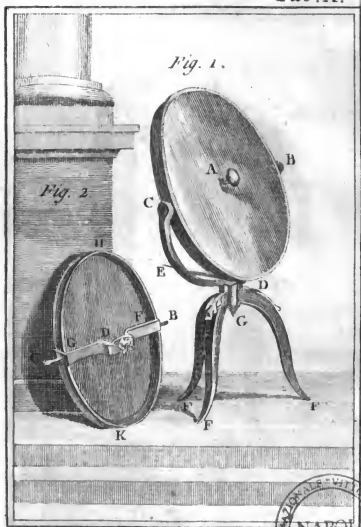
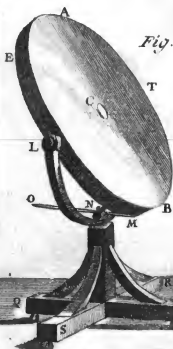
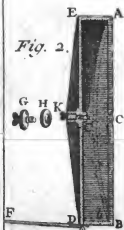
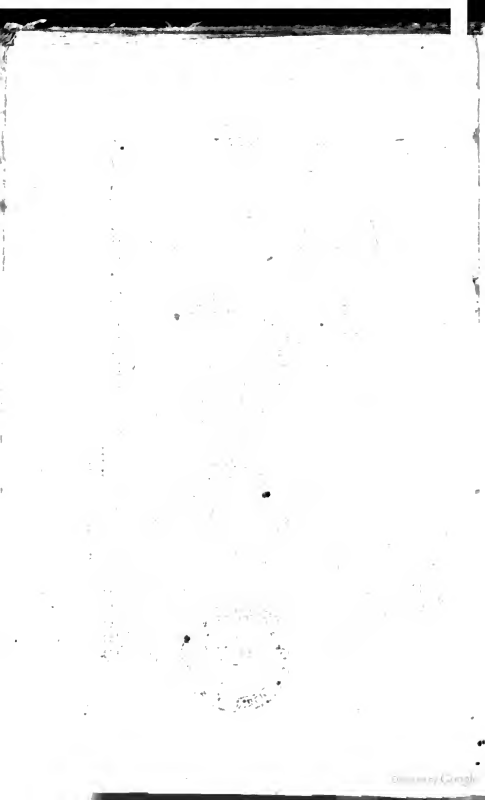
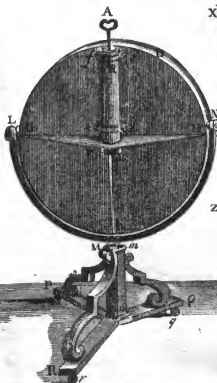
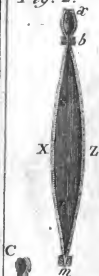
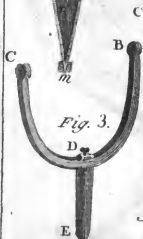
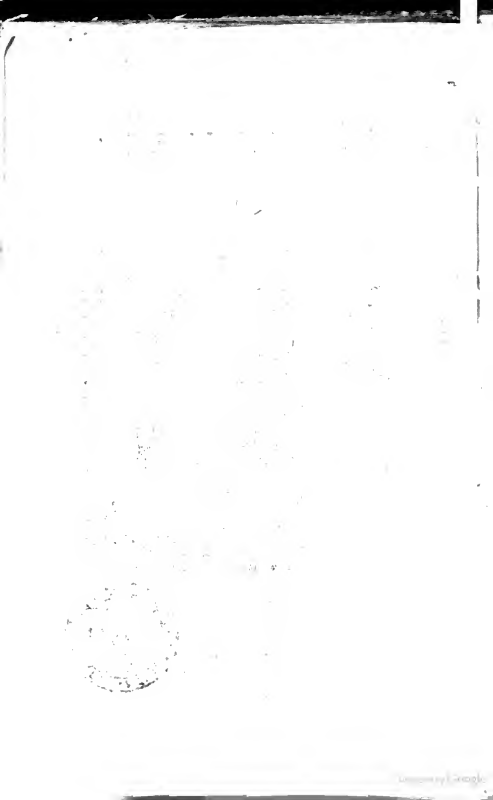
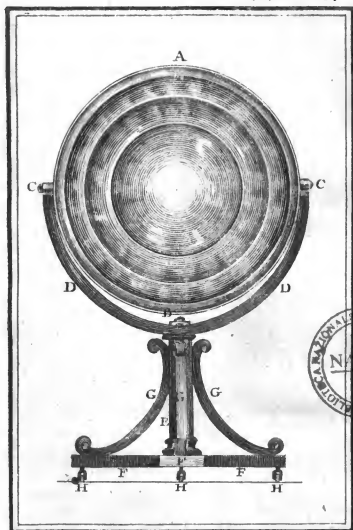
Fig. 2.
A
B
C
D
L
L
Z
X
N
N
E
F
G
H
Fig. 4.
D
A
B
C
Fig. 3.
A
E
C
D
B
K
G
A
E
L
H
C
D
F
B

Filip. de Grado inc.

Tav. X.

Tav XI.
Fig. 2.
Fig. 1.
E
A
G
H
K
C
F
D
B
T
L
O
N
M
R
Q
P
S

Tav. XII.

F. de Grado inc.

Tav. XIII.

Tav. XIV.

Filip. de Grado inc.

Tav. XV.

Filip. de Grado inc.